

Často si někdo stěžuje, že na svůj přijímač zachytí jen dvě nebo tři stanice, že má špatný obraz na televizoru, že soused přijímá Vídeň, což on sám nemůže, protože je asi „v dolíku“. Mnohý amatér-vysílač zase nemůže pochopit, že se nemůže nikam dovolat, ačkoli jeho vysílač má dostatečný výkon. Na všechny tyto stížnosti lze odpovědět otázkou z titulku: „Máte dobrou anténu?“

To je totiž většinou právě ta část zařízení, které málokdo přikládá větší význam. Přitom však instalace dobré

radioamatéry-vysílače, jednak sortiment antén pro amatérské vysílání je mnohem širší než výběr antén pro příjem rozhlasu nebo televize. Kromě toho – díky značnému rozšiřování rozhlasového vysílání VKV a televizního vysílání na IV. a V. televizním pásmu – existuje mnoho článků pojednávajících o anténách pro VKV i příjem televize.

Protože při konstrukci, popřípadě instalaci antény bývá často mnoho nepříjemných dohadů s domovníkem, sousedy nebo bytovou správou o tom, co se smí

## Máte dobrou anténu?

antény je tím nejlevnějším prostředkem ke zlepšení výkonu rozhlasového přijímače, televizoru nebo amatérského vysílacího zařízení. Těchto 64 stránek má dát všem čtenářům, u nichž předcházející slova padla na úrodnou půdu, základní informace o druzích antén, jejich přibližném výpočtu, konstrukci a nastavování. Protože časopis nese název „Radiový konstrukter“, nebudeme podrobně rozebírat teoretický základ funkce a výpočtu antén, ale vysvětlíme si jen základní pojmy z oboru antén, které budou používány v dalším textu.

Zvláštní kapitola je věnována anténám pro amatérské vysílání. Není to náhoda ani protekce. Jednak již dlouho u nás nevyšla žádná publikace o anténách pro

a co ne, jsou na závěr uvedeny předpisy závazné pro obě strany a současně i předpisy ČSN pro dodržení bezpečnosti.

Nakonec je v tabulkách seznam všech u nás slyšitelných vysílačů v pásmu dlouhých, středních vln a v krátkovlnných rozhlasových pásmech 41 a 49 m.

Tolik stručně úvodem. Ještě jednou bych rád zdůraznil, že nejde o teoretickou a původní práci, ale o jakýsi souhrn zá-

kladních vědomostí o anténách pro ty, kteří se touto otázkou dosud mnoho nezabývali a chtějí si postavit anténu.



# ANTÉNY

A. Novák

## Základní pojmy

V okolí každého vodiče, jímž protéká elektrický proud, vzniká elektromagnetické pole. To je případ vysílací strany: energie získaná ve vysílači a obsahující potřebné informace se přivádí do vodiče-antény a ta ji vyzařuje do prostoru ve formě elektromagnetického pole (elektromagnetických vln). Naopak – proměnné elektromagnetické pole indukuje ve vodiči, který je jeho účinkům vystaven, elektrický proud. To je případ přijímací antény: elektromagnetické vlny z prostoru protínají vodič přijímací antény a indukují v něm elektrický proud, který se pak dále zesiluje a zpracovává v přijímači.

Elektromagnetické pole je charakterizováno několika základními vlastnostmi.

Intenzita elektromagnetického pole udává prakticky jeho účinky na vodič, vložený do jeho pole. Intenzita elektromagnetického pole je nepřímo úměrná vzdálenosti od vysílače.

Kmitočet elektromagnetického pole udává, kolikrát za vteřinu dosáhne intenzita pole maximální kladné (popř. záporné) velikosti.

Elektromagnetické vlny se šíří ve vakuu rychlostí světla, tj. 300 000 km/s. Ve vzduchu je jejich rychlost nepatrně menší; tento rozdíl obvykle zanedbáváme a počítáme rovněž 300 000 km/s. Vzdálenosti, kterou při této rychlosti urazí elektromagnetická vlna během jednoho svého kmitu, říkáme vlnová délka.

Vypočítáme ji ze vzorce

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad [\text{m}; \text{m/s}, \text{Hz}]$$

nebo z upraveného vzorce

$$\lambda = \frac{300}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}],$$

kde  $\lambda$  je vlnová délka,  $c$  – rychlost šíření elektromagnetických vln a  $f$  – kmitočet.

Každé elektromagnetické pole se skládá z pole elektrického a pole magnetického (jak napovídá i název). Složky těchto dvou polí jsou na sebe kolmé. Směr siločar elektrického pole určuje polarizaci elektromagnetických vln. Je-li směr siločar kolmý k zemi, hovoříme o polarizaci svislé (vertikální). Polarizaci elektromagnetických vln odpovídá také umístění antény: vodorovná anténa přijímá horizontálně polarizované vlny, svislá anténa vertikálně polarizované.

To jsou tedy základní vlastnosti elektromagnetického pole. Elektromagnetické vlny „vyslané“ vysílačem se šíří prostorem až k přijímači. Toto šíření od vysílací k přijímací straně probíhá několika způsoby v závislosti na kmitočtu vyslané vlny, na denní době a na stavu vyšších vrstev zemské atmosféry. Jednotlivé druhy šíření a jejich vliv na příjem rozhlasu, televize a na provoz na amatérských pásmech si probereme podrobněji.

## Šíření přímou vlnou

Tento způsob šíření se vyskytuje v těsném okolí vysílače. Přímá vlna má značnou intenzitu a odrazí se od všech překážek, jejichž rozměry jsou srovnatelné nebo větší než její vlnová délka. Má největší význam u velmi krátkých vln, zvláště při příjmu televize. Jde zde prakticky o příjem při přímé viditelnosti mezi vysílací a přijímací anténou. Pro příjem

rozhlasu na středních vlnách a pro provoz na amatérských krátkovlnných pásmech nemá prakticky žádný význam.

### Šíření povrchovou vlnou

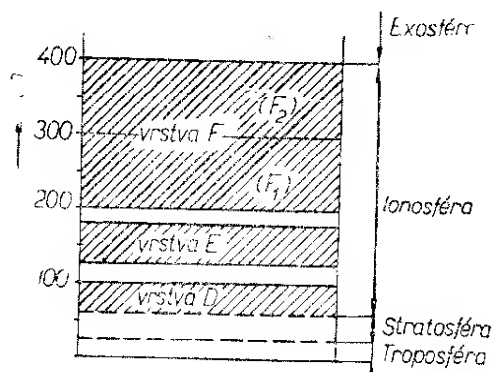
Povrchová vlna se pohybuje po povrchu země a mají na ni vliv všechny překážky a terénní nerovnosti, které se jí vyskytnou v cestě. Skládá se z vlny přímé a z vlny odražené od těchto překážek.

Povrchovou vlnou se většinou šíří rozhlasové vysílání na středních a dlouhých vlnách, televizní a VKV rozhlasové vysílání do určité vzdálenosti od vysílače (na vlny malé vlnové délky působí mnohem více různé překážky, protože i malé nerovnosti, budovy ap. jsou svými rozměry srovnatelné s vlnovou délkou. Proto intenzita elektromagnetického pole klesá se vzdáleností od vysílače mnohem rychleji než třeba při vysílání na středních vlnách.)

Amatérské vysílání využívá povrchové vlny při provozu na pásmech 160 a 80 m, hlavně přes den a večer.

### Šíření troposférickou vlnou

Troposférická vlna je ta část elektromagnetického vlnění, která se odráží v troposféře v místech s náhlou změnou dielektrické konstanty. Troposféra je nejnížší vrstva zemské atmosféry (obr. 1). K odrazu dochází podle Snellova zákona lomu na rozhraní dvou prostředí s různými dielektrickými konstantami.



Obr. 1. Rozdělení zemské atmosféry

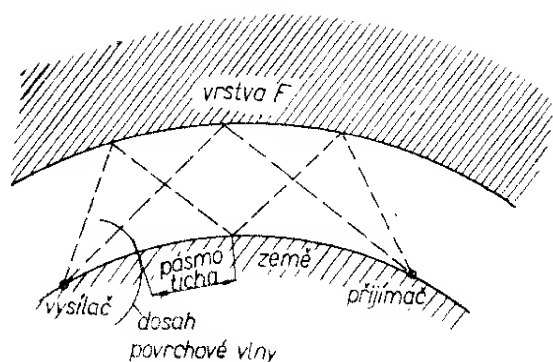
Tento způsob šíření nemá valný význam, protože místa, v nichž může k odrazu dojít, vznikají naprosto nepravidelně v závislosti na okamžité povětrnostní situaci a podobných předem těžko určitelných jevech.

Šíření troposférickou vlnou může umožnit dálkový příjem televizních signálů.

### Šíření ionosférickou vlnou

Ionosféra je vrstva zemské atmosféry, která leží v rozmezí asi 60 až 400 km nad zemským povrchem. Vědeckým zkoumáním bylo zjištěno, že některé části této vrstvy jsou nabitы elektrickými částicemi. Tato vrstva potom působí jako vodič a může odrážet elektromagnetické vlny. V tom spočívá princip šíření elektromagnetických vln ionosférou. Vlny vyzářené vysílací anténou postupují vzhůru, až narazí na ionizovanou vrstvu. V některých případech (v závislosti na kmitočtu a úhlu dopadu) se odráží od této vrstvy zpět k zemskému povrchu, jindy projdou touto vrstvou a tím jsou pro praktické využití nenávratně ztraceny. Celá ionosféra je z hlediska jejího vlivu na šíření elektromagnetických vln rozdělena na několik vrstev, které se vyskytují v různou dobu a mají na šíření různý vliv.

Vrstva D se vyskytuje ve výšce 60 až 100 km nad zemským povrchem. Vzniká jen přes den pod přímým vlivem slunečních paprsků. Odráží dobře jen dlouhé vlny, kratší mírně lomí. Jakmile přestanou působit sluneční paprsky, mizí. V noci se elektromagnetické vlny odrážejí od další vrstvy, kterou označujeme E. Tato vrstva absorbuje jistou část energie u signálů o nižších kmitočtech a dobře odráží všechny vlny o kmitočtu nad 7 MHz. Pronikají jí jen velmi krátké vlny. V noci má malý útlum i pro vlny nižšího kmitočtu a umožňuje příjem vzdálených stanic i na středních vlnách. Nad vrstvou E, ve výšce 200 až 400 km, je oblast vrstvy F. Ta má největší význam pro dálkový příjem na krátkých vlnách a pro amatérské vysílání. Její charakteristické hodnoty, tj. kritický



Obr. 2. Šíření signálů odrazem od vrstvy F

kmitočet a výška, však závisí na denní a roční době, na umístění (zeměpisném) stanice, na intenzitě sluneční činnosti a mnoha dalších činitelích.

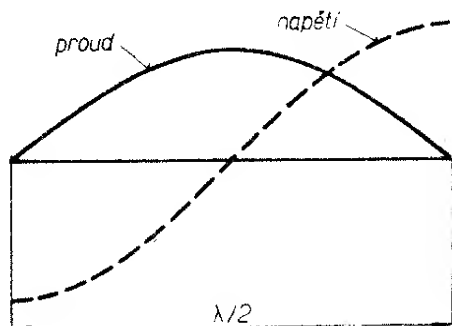
Signály se odrazem od ionosférické vrstvy F šíří tzv. skoky (obr. 2). Mezi místem, kde se odražený signál vrací na zemský povrch a místem maximálního dosahu povrchové vlny vzniká tzv. pásmo ticha.

Pro velmi krátké vlny, televizi a na malé výjimky ani pro střední vlny nemá tento druh šíření význam.

## Anténa

Anténa je zařízení na přijímání nebo vysílání elektromagnetických vln. Do obvodu antény se zahrnuje i případný obvod impedančního přizpůsobení, pokud tvoří s anténou nedílný celek (ČSN 36 7210).

Každý vodič – a tedy i anténa – má vlastní indukčnost a kapacitu. Jak je

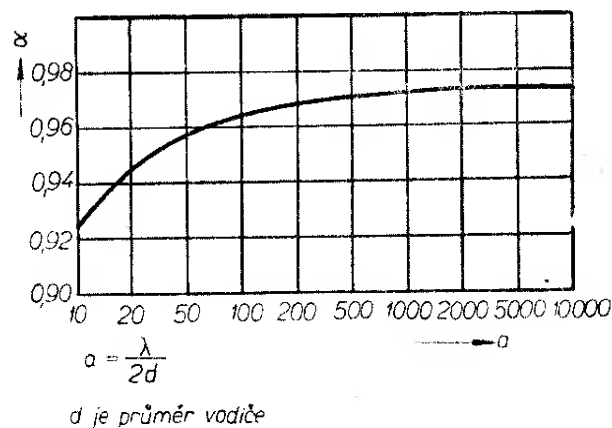


Obr. 3. Průběh proudu a napětí na vodiči délky  $\lambda/2$

známo ze základů radiotechniky, spojením kapacity a indukčnosti vznikne rezonanční obvod, který má na určitém (rezonančním) kmitočtu maximální, popř. minimální odpor. I anténa má tedy tyto vlastnosti a svůj rezonanční kmitočet.

Anténa je v rezonanci, je-li její délka celistvým násobkem poloviny délky vlny, pro niž má být anténa použita. Průběh proudu a napětí ve vodiči o délce  $\lambda/2$  je na obr. 3. Maximální napětí je vždy na konci vodiče; současně je tam také vždy minimální proud. Rozložení proudu a napětí ve vodiči je sinusové.

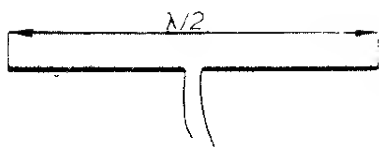
Někdy se stane, že potřebujeme použít danou anténu pro kmitočet, pro který není její délka násobkem  $\lambda/2$ . Znamená to, že kapacita a indukčnost vodiče antény netvoří rezonanční obvod pro po-



Obr. 4. Graf k určení činitele zkrácení  $a$

třebný kmitočet. V takovém případě zařadíme do série s anténou cívku nebo kondenzátor a tím její rezonanční kmitočet změníme. Tomuto postupu říkáme elektrické prodlužování nebo zkracování antény. Cívkou prodlužujeme, kondenzátorem zkracujeme.

Protože materiál, z něhož je anténa zhotovena, má různé vlastnosti, má také vliv na rychlost šíření elektromagnetických vln. Zavádíme proto pojem elektrická délka antény a vyjadřujeme ji obvykle v násobcích vlnové délky  $\lambda$  nebo jejích zlomcích. Jak jsme si řekli, je vlnová délka dána vztahem  $\lambda = \frac{c}{f}$  a je tedy závislá na rychlosti šíření elektromagne-



Obr. 5. Půlvlnný dipól

tických vln. Čím menší bude tedy rychlost šíření, tím kratší bude anténa (ve skutečnosti). Koeficient  $\alpha$ , jímž musíme násobit délku antény vypočítanou z vlnové délky ve vakuu (ze vztahu  $\lambda = \frac{300}{f}$ ),

lze odečíst z grafu na obr. 4.

Anténa připojená k vysílači se chová jako spotřebič, představuje pro něj tedy zatěžovací odpor (nebo správněji impedanci). Tento zatěžovací odpor je dán součtem vyzařovacího odporu a odporu ztrátového. Vyzařovací odpor závisí na uspořádání antény a její vzdálenosti od země a ostatních překážek. Ztrátový odpor je závislý na materiálu, průměru a délce vodiče, z něhož je anténa zhotovena (u přijímacích antén jej lze zanedbat).

Na kmitočtech, pro které anténa není v rezonanci, se kromě uvedených činných odporů uplatňují odpory jalové. Impedance antény je pak komplexní veličina, která zahrnuje dvě složky – reálnou a jalovou. Jalová složka má pro kmitočty, pro něž je délka antény větší než  $\lambda/2$ , charakter indukčnosti a pro kmitočty, pro něž je délka antény menší než  $\lambda/2$ , charakter kapacity.

Další důležitou vlastností antény je šířka přenášeného pásma. Stejně jako rezonanční obvod LC přenáší různě široké pásmo kmitočtů v závislosti na jakosti  $Q$  obvodu, přenáší i anténa různě široké kmitočtové pásmo. Šířka pásma antény byla definována jako pásmo mezi mezními kmitočty nad a pod rezonančním kmitočtem, na nichž je vyzářený výkon roven polovině výkonu vyzářeného na rezonančním kmitočtu.

Směrovost antény je schopnost antény přijímat (nebo vysílat) signály z jednoho směru a z ostatních směrů ne. Velikost intenzity elektromagnetického pole v různých směrech od vysílací antény ukazuje relativní diagram směrovosti (vyzařovací diagram). U pevných antén vyžadujeme

obvykle co nejširší vyzařovací úhel, používáme-li je jako univerzální. Naopak u televizních antén, antén pro rozhlas na VKV a otočných antén pro amatérské vysílání vyžadujeme co nejužší vyzařovací úhel, abychom mohli přijímat signál jen z vybraného směru a nebyli rušeni ostatními signály.

Kvalitu antény posuzujeme většinou podle jejího *provozního zisku*. Provozním ziskem rozumíme poměr výkonu vyzářeného do hlavního vyzařovacího směru antény k výkonu vyzářenému jednoduchým půlvlnným dipólem (příčmě oběma anténám je samozřejmě dodáván stejný výkon). Provozní zisk vyjadřujeme obvykle v decibelech (zkratka dB). Zisk  $g$  se rovná

$$g = 10 \log \frac{P_1}{P_2} \quad [\text{dB}],$$

kde  $P_1$  je výkon vyzářený do hlavního směru měřenou anténou a

$P_2$  výkon vyzářený jednoduchým půlvlnným dipólem.

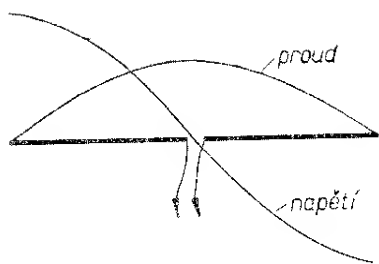
Konstrukční řešení antén bývá v zásadě dvojí. Pro větší vlnové délky se používají vodiče zavěšené mezi izolátory a upevněné na jakýchkoli vysokých bodech (na stožárech, střechách, komínech, tyčích ap.). Pro velmi krátké vlny, tj. hlavně pro příjem televize, rozhlasu na VKV a amatérské vysílání v pásmech 2 m a 70 cm se používají samonosné konstrukce z trubek.

Nejjednodušší anténou je jednoduchý půlvlnný dipól, na němž si zopakujeme všechny uvedené pojmy.

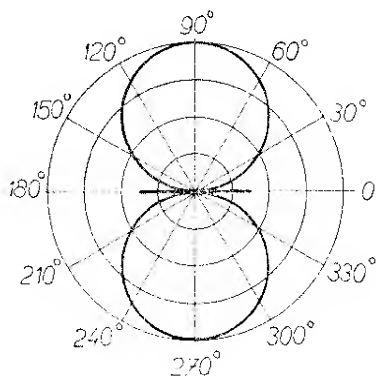
Jednoduchým půlvlnným dipólem rozumíme vodič o elektrické délce  $\lambda/2$ , který je uprostřed přerušen a v tomto místě napájen (obr. 5). Dipól pro kmitočet 15 MHz

( $\lambda = \frac{300}{15} = 20$  m), bude mít elektrickou

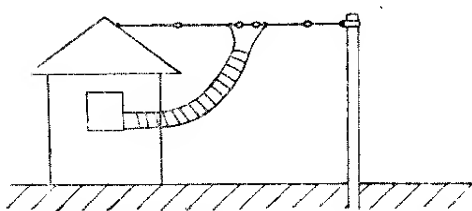
délku  $\lambda/2 = 10$  m. Průběh napětí a proudu na takovém dipólu je na obr. 6. Je-li dipól umístěn ve volném prostoru tak, že je dostatečně vzdálen od všech překážek, je jeho vyzařovací odpor přibližně  $73 \Omega$  (ztrátový odpor zanedbáváme). Použijeme-li ke zhotovení dipólu vodič o průměru 1 mm, je poměr  $\frac{\lambda/2}{d} =$



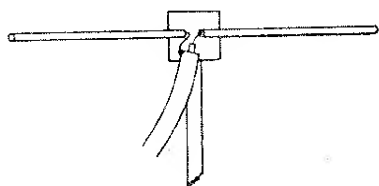
Obr. 6. Rozložení proudu a napětí na půlvlnném dipólu



Obr. 7. Vyzařovací diagram půlvlnného dipólu



Obr. 8. Praktická konstrukce půlvlnného dipólu pro nižší kmitočty



Obr. 9. Praktická konstrukce půlvlnného dipólu pro vyšší kmitočty

$= \frac{10}{0,001} = 10\,000$  a činitel zkrácení z grafu na obr. 4  $\alpha = 0,975$ . Geometrická délka antény proto bude  $l = \frac{\lambda}{2} \alpha =$

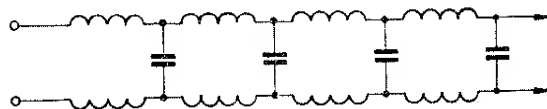
$= 10 \cdot 0,975 = 9,75$  m. Vyzařovací diagram jednoduchého půlvlnného dipólu je na obr. 7. Výkonový zisk je 0 dB, protože podle dříve uvedené definice srovnáváme měřenou anténu s půlvlnným dipólem; v našem případě tedy dvě stejné antény.

Konstrukční uspořádání dipólu pro 15 MHz budeme zřejmě realizovat podle obr. 8. Dipól pro desetkrát menší vlnovou délku, tj. 1 m dlouhý, bychom mohli vyrobit z trubek podle obr. 9.

## Napáječe

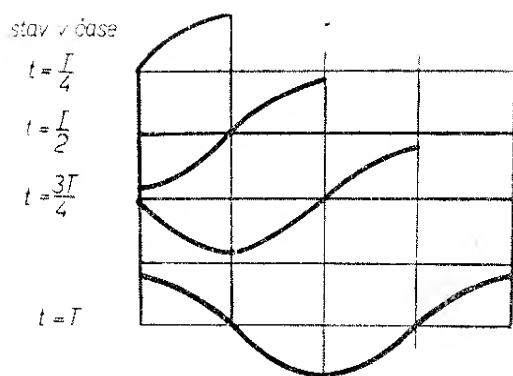
Málokdy můžeme připojit anténu k přijímači nebo vysílači přímo. Je to ovlivněno tím, že se snažíme mít anténu co nejvýše nad zemí a pokud možno ve volném prostoru, zatímco přijímač nebo vysílač je většinou umístěn v bytě. Proto musíme spojit anténu s přijímačem (vysílačem) vedením, tzv. napáječem. Jeho úkolem je přivést energii z vysílače k anténě (nebo z antény k přijímači) s co nejmenšími ztrátami. Protože napáječ je nepostradatelným „spolupracovníkem“ antény, seznámíme se blíže také s jeho vlastnostmi a použitím.

Představme si nekonečně dlouhé dvoudrátové vedení. Takové vedení má kromě svého činného odporu také vlastní indukčnost a kapacitu. Obojí můžeme počítat na jednotku délky vedení. Náhradní schéma dvoudrátového vedení složeného z vodičů stejného průměru a trvale stejně vzdálených od sebe je na obr. 10. Připojíme-li takové vedení na zdroj vysokofrekvenčního signálu, představuje pro tento signál určitou impedanci, tzv. charakteristickou impedanci vedení. Tato impedance je přibližně určena vzorcem



Obr. 10. Náhradní schéma paralelního dvoudrátového homogenního vedení

$$6 \cdot \frac{1}{69} R_K$$



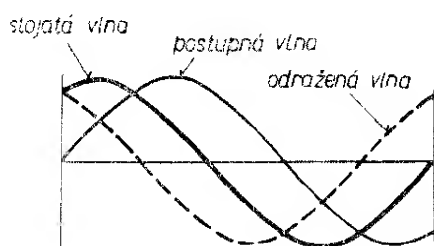
Obr. 11. Vznik postupné vlny

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}},$$

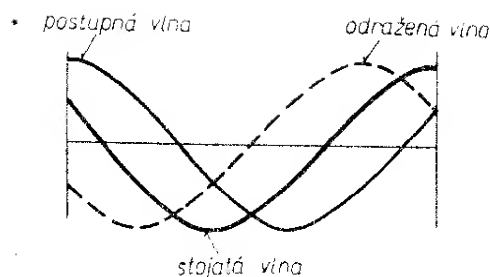
kde  $L$  je indukčnost vedení na jednotku délky a  $C$  kapacita vedení na jednotku délky. Znamená to, že charakteristická impedance bezztrátového vedení není závislá na kmitočtu a je dána jen jeho fyzikálními rozměry.

Připojíme-li k vedení (zatím stále předpokládáme vedení nekonečně dlouhé) zdroj vysokofrekvenčního proudu, začne postupovat po vedení ve směru od připojeného zdroje postupná vlna (obr. 11). Proud i napětí postupné vlny jsou ve fázi. Protékající proud vytváří kolem vodiče magnetické pole, napětí ve vodiči vytváří pole elektrické. Protože proud a napětí v obou vodičích mají opačnou fázi, vzniklá pole se ruší a napáječ nevyzařuje žádnou energii.

Zatím jsme stále mluvili o vedení nekonečně dlouhém. Vezmeme-li však vedení určité délky, proud na jeho konci nemůže téci dál, odrazí se a teče zpět. Odražená vlna se skládá s vlnou postupující původním směrem a vzniká tzv. stojatá vlna. Protože proudová vlna se odrazí v opačné fázi, je na konci vedení



Obr. 12. Vznik stojaté vlny proudu



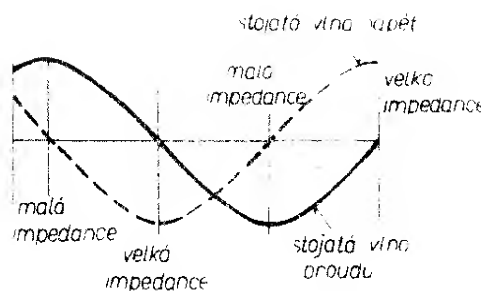
Obr. 13. Vznik stojaté vlny napětí

vždy nulový proud (obr. 12). Napěťová vlna se naopak odrazí ve stejné fázi, takže na konci vedení je vždy maximální napětí (obr. 13). Napěťová a proudová stojatá vlna jsou proti sobě vždy posunuty o  $90^\circ$ , tj. o  $\lambda/4$ . Bodům, v nichž stojatá vlna dosahuje maxima, říkáme kmitny; body, v nichž je její amplituda nulová, označujeme jako uzly. Kmitny i uzly stojaté vlny jsou stále ve stejných bodech (proto i název „stojatá“ vlna).

Zakončíme-li vedení určité délky činným odporem velikosti charakteristické impedance vedení, postupná vlna se neodrazí a nevznikne tedy ani stojatá vlna. Čím větší je rozdíl zakončovací impedance proti charakteristické impedanci vedení, tím větší stojatá vlna vznikne. Nepřímo tedy můžeme z velikosti stojaté vlny usuzovat, jak je napáječ přizpůsoben zatěžovací impedanci, nejčastěji anténě. Proto také měříme tzv. napěťový činitel stojaté vlny. Je to poměr největší a nejmenší velikosti napětí stojaté vlny podél vedení. Je-li tento poměr roven jedné, je vedení optimálně přizpůsobeno a přenos probíhá s minimálními ztrátami. Je-li vedení o charakteristické impedanci  $Z_0$  zatíženo činným odporem jiné velikosti (obecně  $Z$ ), je poměr stojatých vln

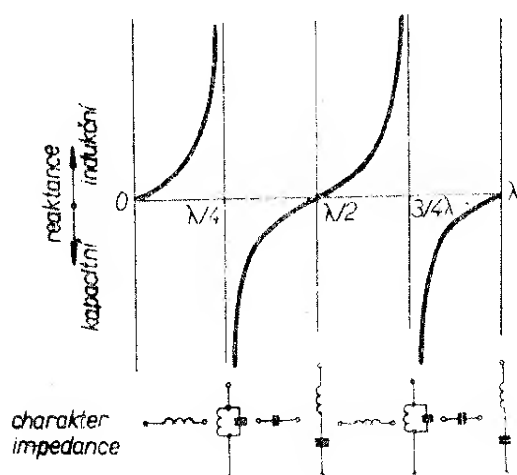
$$\tau = \frac{Z}{Z_0} \text{ nebo } \frac{Z_0}{Z} \text{ (aby vyšlo číslo } > 1).$$

Jak jsme již řekli, nevznikají na napáječi zakončeném charakteristickou impedancí žádné odrazy. Napáječ může být přitom libovolně dlouhý. Takovému napáječi říkáme neladěný. Přenáší energii téměř beze ztrát. Vstupní impedance takového napáječe (tj. impedance, jakou představuje pro zdroj) je opět rovna



Obr. 14. Impedance v různých místech nepřizpůsobeného vedení

charakteristické impedanci. Je-li však vedení zakončeno jinou než charakteristickou impedancí, vzniknou na něm stojaté vlny a jeho vstupní impedance je v různých místech různá podle toho, jaký je v daném bodě poměr napětí a proudu stojaté vlny (obr. 14). Převyšuje-li napětí značně proud, je vstupní impedance napáječe v tomto místě velká; je-li tomu naopak, je impedance malá. Průběh vstupní impedance napáječe, který je zakončen nulovou impedancí (zkratem – tzv. zapojení napáječe nakrátko), v závislosti na jeho elektrické délce je na obr. 15. Při rozpojeném konci (zapojení naprázdno) probíhá vstupní impedance podle obr. 16. Z grafů vyplývá, že velikost impedance se opakuje po úsecích dlouhých  $\lambda/2$ . Při této délce se vstupní impedance napáječe rovná zakončovacímu odporu. Napáječe délky  $\lambda/2$  a jejích násobků používáme proto jako



Obr. 15. Průběh vstupní impedance vedení nakrátko v závislosti na jeho elektrické délce

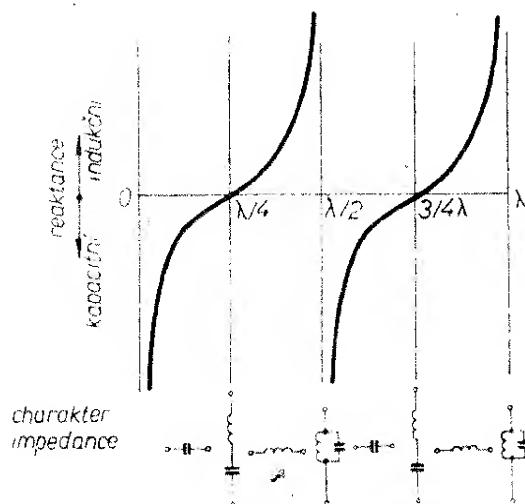
transformační vedení 1 : 1. Jinak je tomu tehdy, je-li délka vedení  $\lambda/4$  nebo její násobky. Z obr. 15 a 16 vyplývá, že je-li zakončovací odpor roven nule, je vstupní impedance nekonečná a naopak. Vedení délky  $\lambda/4$  používáme jako impedanční transformátor. Jeho vstupní impedance

$$Z_{\text{vst}} = \frac{Z_0^2}{Z}$$

kde  $Z_0$  je charakteristická impedance napáječe a  $Z$  zakončovací odpor. Napáječům tohoto druhu (se stojatou vlnou) říkáme laděné.

Stejně jako u antén je i u napáječů vzhledem k rychlosti šíření elektromagnetických vln ve vodiči rozdíl mezi elektrickou a geometrickou délkou vodiče. Délku vypočítanou z vlnové délky ve vakuu musíme násobit činitelem zkrácení, který je závislý na izolantu mezi oběma vodiči vedení; u továrních výrobků jej většinou výrobce udává.

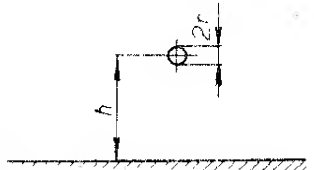
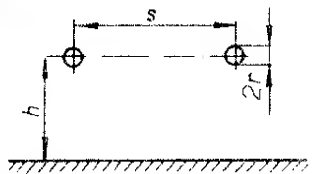
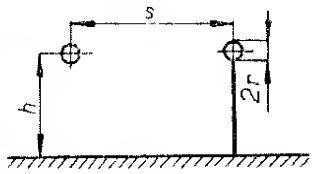
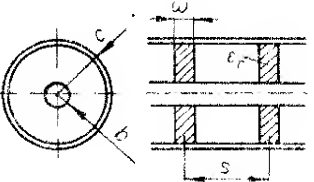
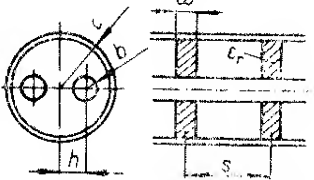
Během doby se ustálilo několik základních tvarů běžných napáječů. Nejznámější jsou souosý (koaxiální) kabel a tzv. dvoulinka – souměrný dvou vodič. Tvar a vzorec pro výpočet charakteristické impedance těchto dvou a několika dalších typů napáječů je v tab. I. O měření napáječů se zmíním v kapitole „Měření a nastavování antén a napáječů“.



Obr. 16. Průběh vstupní impedance vedení naprázdno v závislosti na jeho elektrické délce



Tab. 1.

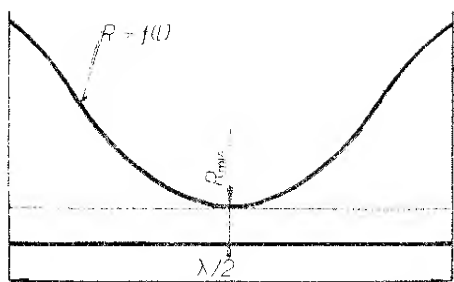
| Tvar napáječe                            |   | Charakteristická impedance  |
|--|---|---|
| Jeden vodič                              |    | $Z_0 = 138 \log \frac{2h}{r}$   |
| Souměrný dvou vodič neuzemněný           |    | $Z_0 = 276 \log \frac{s}{r}$  |
| Souměrný dvou vodič, jeden vodič uzemněn |    | $Z_0 = 276 \frac{\log \frac{s}{r} \log \left[ \frac{2^2 \frac{s}{r}}{r} \right]}{\log \left[ \frac{2^2 \left( \frac{s}{r} \right)}{r} \right]}$<br>$s = \frac{2h}{s}$ |
| Souosé vedení                            |   | $Z_0 = 276 \frac{\log \frac{c}{b}}{\sqrt{1 + \frac{(\epsilon_r - 1) \omega}{s}}}$<br>$\epsilon_r = \text{dielektrická konstanta rozpěrek}$                            |
| Stíněný souměrný dvou vodič              |  | $Z_0 = 138 \frac{\log \frac{c}{b}}{\sqrt{1 + \frac{(\epsilon_r - 1) \omega}{s}}}$<br>$\epsilon_r = \text{dielektrická konstanta rozpěrek}$                            |

### Prizpůsobení antény k napáječi

Z výkladu o napáječích je zřejmé, že nejpriznivějšího přenosu energie po napáječi dosáhneme tehdy, je-li napáječ zakončen odporem odpovídajícím jeho charakteristické impedanci. Protože však často máme po ruce napáječ určité impedance a chceme jím propojit přijímač nebo vysílač s anténou, jejíž impedance je jiná, musíme vhodným připojením napáječe k anténě impedanci transformovat. Je několik způsobů, jak lze tuto transformaci uskutečnit. S několika základními se nyní seznámíme.

### Napájení antény bočníkem - transformace T

Jak jste se již dověděli v kapitole o anténách, je průběh proudu a napětí na pylvinném dipólu dán křivkou na obr. 6. Z Ohmova zákona vyplývá, že odpor vypočítáme jako podíl napětí a proudu. Aplikujeme-li tuto úvahu zjistíme, že odpor dipólu je nejmenší uprostřed a směrem k okrajům roste (obr. 17). Z toho je zřejmé, že nepřipojíme-li napáječ uprostřed (souměrně ke středu), ale dál k okrajům, musíme najít místo, kde impedance dipólu je stejná jako impedance připojovaného napáječe. To je princip transformace T (obr. 18).



Obr. 17. Průběh reálné části impedance půlvlnného dipólu

### Transformace Delta

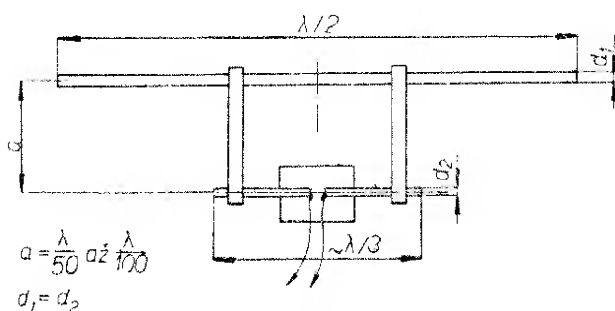
Tato transformace odpovídá funkčně přibližně předcházejícímu způsobu transformace T. Transformace T je vzhledem ke konstrukčním možnostem vhodná pro antény z trubek, tj. antény pro televizi, rozhlas VKV a amatérská pásma na VKV. Transformace Delta se obvykle používá u drátových antén při napájení symetrickým dvou vodičem – tzv. žebříčkem (obr. 19).

### Transformace Gamma

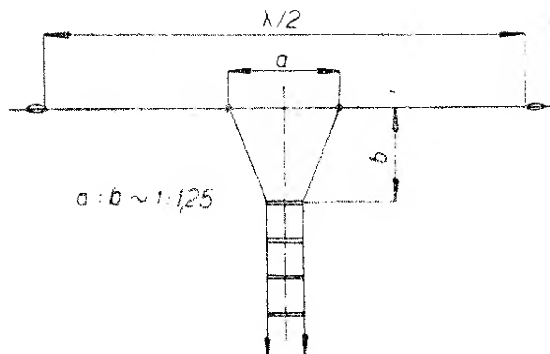
Touto transformací připojujeme nesymetrický souosý kabel nesymetricky k zářiči (obr. 20). Je to vlastně jakýsi poloviční článek T. Jako ostatní předcházející transformace můžeme i tuto použít jen tehdy, je-li impedance antény menší než impedance napáječe.

### Transformace čtvrtvlnnými pahýly

Tato transformace vychází z vlastností čtvrtvlnného vedení (viz str. 8). Je-li anténa napájena v kmitně proudu (nejčastěji), použijeme přizpůsobovací pahýl naprázdno, je-li napájena v kmitně

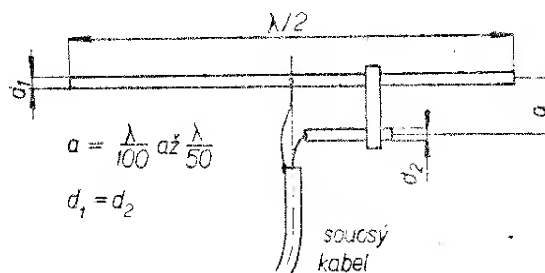


Obr. 18. Transformace T



Obr. 19. Transformace Delta

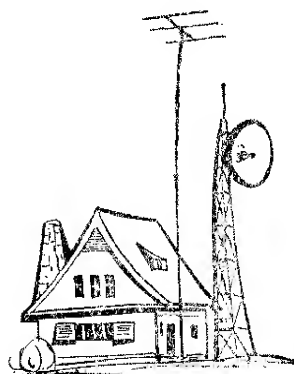
napětí, použijeme pahýl nakrátko. Z grafů na obr. 15 a 16 je vidět, jak se mění impedance vedení mezi vstupem a délkou  $\lambda/4$ . Napáječ připojíme do toho místa pahýlu, kde je stejná impedance jako charakteristická impedance napáječe. Tímto způsobem transformace můžeme prakticky přizpůsobit jakýkoli typ antény k libovolnému napáječi.

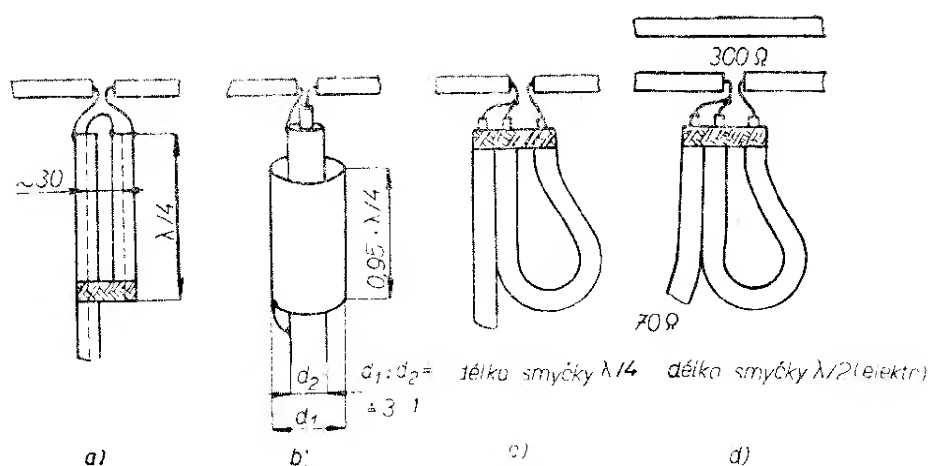


Obr. 20. Transformace Gamma

### Symetrizace

Budeme-li napájet jakoukoli souměrnou anténu (např. dipól) souosým kabelem, který je vůči zemi nesouměrný, bude mít jedna polovina dipólu proti plášti kabelu značnou kapacitu a bude tím porušena symetrie antény. Kabelem budou protékat vyrovnávací proudy a zvětší se ztráty. Abychom všem těmto jevům zabránili, používáme tzv. symetrizační členy. Nejčastěji používané typy jsou na obr. 21.





Obr. 21. Různé druhy symetrizace (a, b, c) a symetrizace s transformací (d)

## Antény pro příjem rozhlasu

Každý rozhlasový přijímač má na zadní nebo boční stěně anténní zdířku; ne vždy je však tato zdířka použita – ke škodě posluchačů. V této kapitole si povíme o anténách vhodných pro příjem rozhlasových pořadů.

Jak jste již poznali v úvodní části, bude druh a konstrukce přijímací antény záviset především na tom, které kmitočtové pásmo budeme chtít přijímat. Podle toho také rozdělíme tuto kapitolu. Nejvíce rozhlasových stanic posloucháme obvykle v pásmu dlouhých a středních vln. Za dlouhé vlny považujeme kmitočty v rozmezí přibližně 150 až 500 kHz, za střední vlny kmitočty přibližně od 500 do 1 500 kHz. Vysílání vzdálenějších zahraničních stanic najdete spíše na krátkých vlnách v rozmezí 1,5 až 25 MHz; na krátkých vlnách vysílá také většina rozhlasových stanic své pořady pro zahraničí. Nejvyššího příjmu hudby dosáhnete na velmi krátkých vlnách, kde většina vysílačů vysílá s kmitočtovou modulací (FM) a přenáší proto velmi široké spektrum kmitočtů. Na VKV je také možný stereofonní příjem.

Všechny tyto vlnové rozsahy mají své specifické „požadavky“ na anténu. Další vliv na volbu antény mají i nároky na kvalitu příjmu, vzdálenost od vysílače, který chcete přijímat apod.

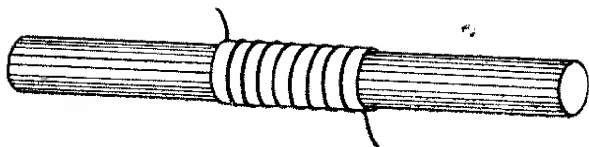
Rozhodnete-li se po přečtení této kapitoly, že si postavíte anténu pro rozhla-

sový přijímač, nezapomeňte si ještě předtím přečíst kapitolu o bezpečnostních a právních předpisech, které při stavbě musíte dodržet.

## Antény pro příjem středních a dlouhých vln

### Antény vestavěné do přijímače

Většina moderních přenosných i stolních rozhlasových přijímačů má vestavěnou feritovou anténu. Je to kulatá nebo plochá tyčka z feritu, na níž je navinuta cívka, tvořící s ladicím kondenzátorem rezonanční obvod. Protáčením ladicího kondenzátoru vybíráme tedy z celého spektra kmitočtů ten, který chceme přijímat. Protože feritová anténa je součástí laděného obvodu, bude vinutí určeno indukčností, kterou potřebujeme k danému ladicímu kondenzátoru pro obsáhnutí celého pásma. Indukčnost vypočítáme ze známého Thomsonova vzorce. Abychom přibližně určili, kolik závitů musíme na tyčku navinout, zjistíme, jakou indukčnost má například 10 závitů. Protože pro dlouhou válcovou cívku je indukčnost přibližně úměrná počtu závitů, snadno pak již potřebný počet závitů stanovíme. Například: potřebujeme vypočítat přibližný počet závitů pro feritovou anténu na střední vlny a máme ladicí kondenzátor o kapacitě 380 pF. Celá kapacita ladicího kondenzátoru se uplatní na nejnižším kmitočtu rozsahu, tj. asi 500 kHz (0,5 MHz). Z upraveného



Obr. 22. V tomto místě má vinutí feritové antény největší indukčnost

Thomsonova vzorce vypočítáme indukčnost vinutí:

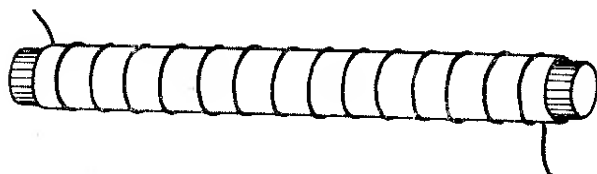
$$L = \frac{25\,330}{f^2 C} = \frac{25\,330}{0,25 \cdot 380} = 263 \mu\text{H}$$

[ $\mu\text{H}$ ; MHz, pF].

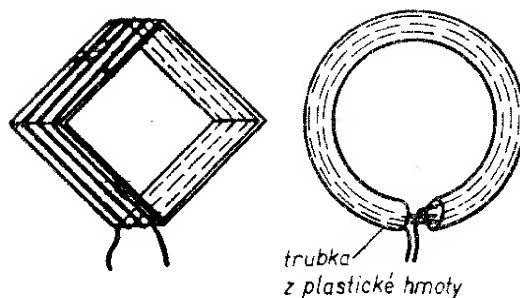
Navineme na feritovou tyčku 10 závitů vf lanka, změříme indukčnost tohoto vinutí a zjistíme, že je např. 37  $\mu\text{H}$ . Protože potřebujeme indukčnost asi sedmkrát větší (263  $\mu\text{H}$ ), musíme navinout asi sedmkrát více závitů, tj. přibližně 70. Poměrně značný vliv na indukčnost i na kvalitu vinutí má jeho umístění na tyčce. Jeho posouváním se indukčnost mění; největší je uprostřed tyčky (obr. 22). Pokusy bylo zjištěno, že největší jakost vinutí a tedy i nejsilnější signál získáme tehdy, roztáhneme-li vinutí pokud možno rovnoměrně po celé délce feritové tyčky (obr. 23). Napětí získané z tohoto vinutí je téměř třikrát větší než při běžném vinutí umístěném na středu tyčky.

Podstatně menší vliv na jakost obvodu má použitý vodič. Nejlepší je vysokofrekvenční lanko, vyhoví však i běžný lakovaný měděný vodič o průměru 0,4 až 1 mm.

Stejně postupujeme při výpočtu feritové antény pro pásmo dlouhých vln. Zde bude indukčnost cívky (pro kondenzátor 380 pF) asi devětkrát větší a bude možná nutné navinout cívku ve dvou vrstvách, aby se na tyčku vešel potřebný počet závitů.



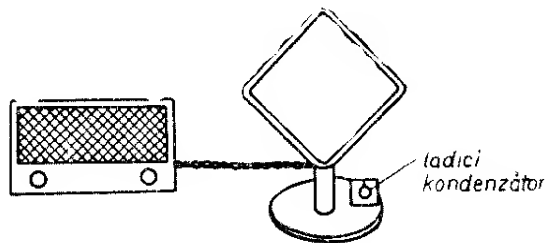
Obr. 23. Takto navinutá cívka dává největší napětí



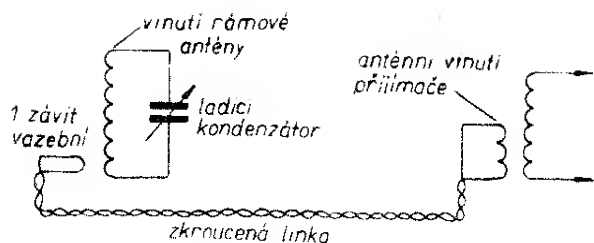
Obr. 24. Rámová anténa

Další anténou, která se někdy používá jako vestavná, je anténa rámová. Je to v podstatě čtvercový nebo kruhový rám (obr. 24), na který se navine určitý počet závitů – opět tak, aby indukčnost cívky tvořila s kapacitou ladícího kondenzátoru rezonanční obvod na přijímaném kmitočtu. Napětí z této antény je přibližně pětikrát větší než napětí z antény feritové. Je celkem málo rozšířena hlavně vzhledem k větším rozměrům. Někdy se používá jako vnější anténa ke stolnímu přijímači (obr. 25); podobně jako feritová anténa má směrový účinek, takže jejím vhodným natočením můžeme odstranit případný rušivý signál. Připojíme ji k přijímači (který by měl být dobře odstíněn) zkroucenou vazební linkou podle obr. 26.

Často bývají v přijímačích vestavěny různé náhražkové antény, např. polepy z tenké kovové fólie. Moderní přijímače k příjmu bližších stanic často nepotřebují žádnou anténu; stačí jim signál, který se zachytí na síťovém rozvodu a po napájecím přívodu pronikne do přijímače. Náhražkové vestavěné antény používáme tehdy, spokojíme-li se s příjmem místních stanic.



Obr. 25. Použití otočné rámové antény ke stolnímu přijímači

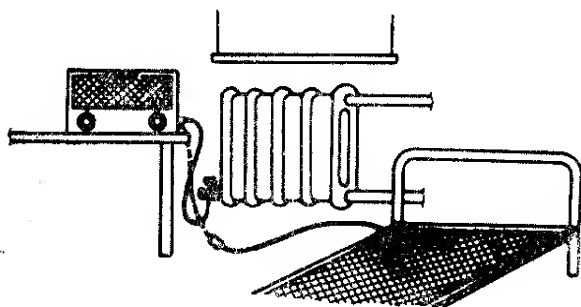


Obr. 26. Připojení vnější rámové antény k přijímači

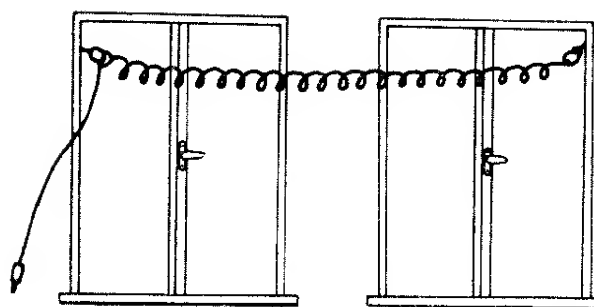
### Vnější náhražkové antény

Do této kategorie patří asi většina antén používaných majiteli rozhlasových přijímačů. Anténní zdírku přijímače můžeme spojit kusem kablíku nebo drátu s drátěnkou postele, s tělesem ústředního topení, s plynovým potrubím nebo s jakýmkoli jiným velkým kovovým tělesem (obr. 27). Tento způsob však nelze doporučit, máte-li univerzální přijímač bez síťového transformátoru. Ohrozili byste tím nejen sebe, ale i ostatní sousedy v bytech, jimiž potrubí nebo topení prochází. Mohlo by se totiž stát, že by se do něj mohlo dostat síťové napětí, které by při náhodném dotyku mohlo ohrozit lidský život. Proto takové antény raději vůbec nepoužíváme. Většinou slouží jako náhražková anténa krátký kus drátu (1 až 2 m) volně zavěšený v bytě nebo „hozený“ za skřín a připojený k anténní zdírce přijímače. Jiným typem náhražkové antény je tzv. spirálová anténa, natažená mezi okny (obr. 28).

U všech těchto antén nezáleží na materiálu, z něhož je přívod zhotoven, ani na jeho délce a ostatních parametrech. Jsou to antény provizorní, vhodné tam, kde posloucháme trvale jen několik silněj-



Obr. 27. Náhražkové antény



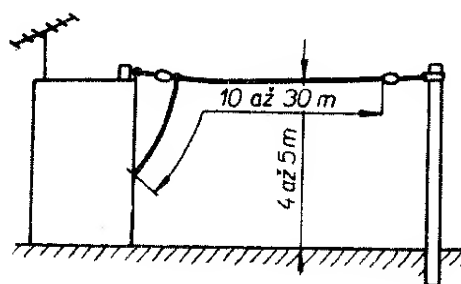
Obr. 28. Spirálová anténa

ších stanic. V tom případě je téměř zbytečné dělat kvalitní venkovní anténu (přinesla by naopak zhoršení v tom směru, že i napětí nežádoucích rušivých signálů by bylo podstatně větší a rušilo by příjem silnějších stanic různými interferenčními hvizdy a pískáním).

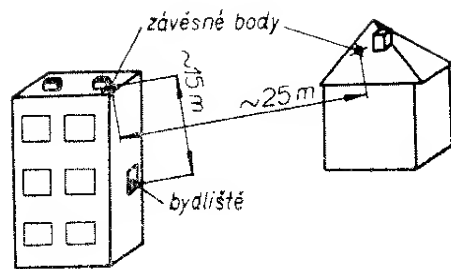
### Drátové venkovní antény

Pro toho, kdo nechce poslouchat jen silné místní stanice nebo má tak nevhodnou polohu, že na náhražkovou anténu nic neslyší, vyplyne nutnost postavit si venkovní anténu.

Pro příjem rozhlasových stanic na středních vlnách se používají převážně dlouhadrátové antény typu L (obr. 29). Jejich délka se pohybuje od 10 do 30 m (čím delší, tím lepší). Důležitou roli při stavbě antény hraje její výška nad zemí a vzdálenost od všech velkých vodivých předmětů, střechy, stěn domu ap. Anténa by měla být minimálně 4 až 5 m nad zemí ve vzdálenosti alespoň 2 m od všech vodivých předmětů. Anténu natahujeme obvykle mezi dva domy; kdo má možnost postavit si stožár, natáhne anténu ze střechy na stožár.



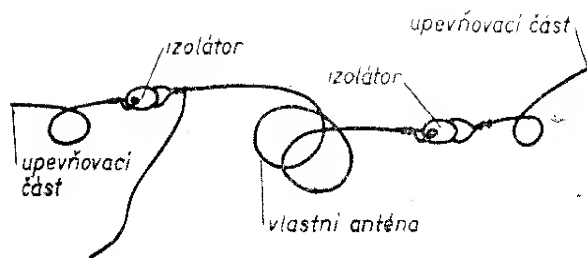
Obr. 29. Anténa typu L pro příjem rozhlasu na SV



Obr. 30. Konstrukce antény typu L

Rozhodnete-li se pro stavbu venkovní antény, budete postupovat takto:

Nejprve si obhlédnete „terén“ v okolí bydliště a vyhledáte dva body, mezi které je možné anténu zavěsit. Přibližně změříte nebo odhadnete vzdálenost těchto bodů – předpokládejme 25 m. Potom ještě odhadnete vzdálenost od bližšího závěsného bodu k oknu nebo místu, kde bude přijímač (řekněme 15 m – obr. 30). Budete tedy potřebovat asi 60 m vhodného drátu. Nejlépe je použít měděný holý nebo izolovaný drát, popřípadě fosforbronzový drát. Jeho průměr závisí na délce antény; musí unést svou vlastní váhu a vydržet případné nárazy větru a zimní námrazy. Pro kratší antény na vlastním pozemku stačí např. zvonkový drát o průměru 0,6 až 0,8 mm, pro delší antény je nejvhodnější drát o průměru 1,5 až 2 mm (fosforbronz). V našem případě použijeme holý měděný vodič o průměru 1,5 mm. Vodič rozdělíme na tři části. Nejdelší – asi 30 m – bude tvořit vlastní anténu a svod, další dva kusy budou sloužit k upevnění antény přes dva porcelánové izolátory. Jeden izolátor upevníme na jeden konec nejdelšího kusu vodiče, druhý asi do jeho poloviny. Do druhého otvoru každého izolátoru připevníme jeden ze zbývajících kusů drátu (obr. 31). Tím máme anténu připravenou a můžeme přistoupit k jejímu zavěšení. Z obou míst, která jsme vybrali jako závěsné body, shodíme dolů dostatečně dlouhý provaz. Asi uprostřed mezi oběma body – na zemi – položíme volně svinutou anténu a volné konce upevňovacích kusů drátu přivážeme ke shozeným koncům provazů. Na tuto práci budete potřebovat dva pomocníky. Každý bude za jeden konec anténu pomalu a plynule vytahovat na-



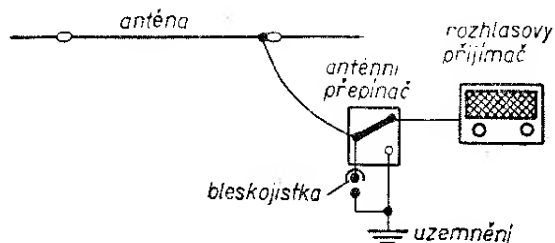
Obr. 31. Anténa před natažením

horu. Nezapomeňte však předem zatížit ten konec antény, který přijde připojit k přijímači, aby vám „neutekl“ do vzduchu. Je-li anténa dobře napnutá, upevníme ji k závěsným bodům (upevňovacím drátem, nikoli provazem, který sloužil jen k jejímu vytažení). Tím je stavba antény skončena, mnohdy však bývá ještě problém, jak ji zavést do místnosti. Osvědčený a jednoduchý způsob je vyvrtat malý otvor ( $\varnothing$  2 mm) v okenním rámu, jímž svod provlečeme. Není vhodné „přiskřípnout“ svod do okna – drát se může brzy přelomit.

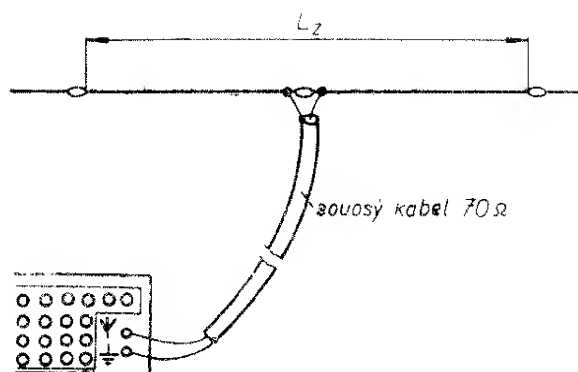
K nezbytným doplňkům takto zhotovené antény patří bleskojistka a odpínač antény. Bleskojistka je v principu malé jiskřiště, jehož jeden konec je spojen se zemí a druhý s anténou. Přesáhne-li napětí na anténě určitou mez (při bouřce), přeskočí jiskra a anténa se tím spojí se zemí. Při delší nepřítomnosti doma nebo při větších bouřkách je lepší anténu od přijímače odpojit a uzemnit ji. K tomu slouží tzv. anténní přepínač. Zapojení přepínače i bleskojistky je na obr. 32.

### Antény pro příjem krátkých vln

I pro příjem krátkých vln se v poslední době používají feritové antény. Málokterý dostupný ferit je však tak jakostní,



Obr. 32. Připojení bleskojistky a anténního přepínače



Obr. 33. Dipól pro příjem rozhlasu na KV

abychom jej mohli použít pro kmitočty vyšší než 15 MHz. Jinak platí pro výpočet feritové antény podobné předpoklady, jako u výpočtu antény středovlnné.

Rámové antény se používají na krátkých vlnách častěji než na středních. Typické použití těchto antén je při zaměřování vysílačů nebo nežádoucích zdrojů rušení.

Dobrý příjem na krátkých vlnách vyžaduje venkovní anténu. Nejčastěji to opět bývá dlouhovlnná anténa typu L, kterou jsme si již popsali.

Pro jednotlivá krátkovlnná rozhlasová pásma můžeme používat podobné antény jako pro pásma amatérská. Je to například jednoduchý dipól (obr. 33) se svodem ze souosého kabelu. Pro jednotlivá rozhlasová pásma má tyto rozměry:

| Pásmo | Délka $L_Z$ |
|-------|-------------|
| 49 m  | 23,8 m      |
| 41 m  | 19,9 m      |
| 31 m  | 15 m        |
| 25 m  | 12,1 m      |
| 19 m  | 9,2 m       |
| 13 m  | 6,3 m       |

Lze použít i ostatní typy drátových antén z kapitoly o amatérských vysílacích anténách; jejich délku vypočítáme podle uvedených vzorců dosazením kmitočtu, na němž chceme přijímat.

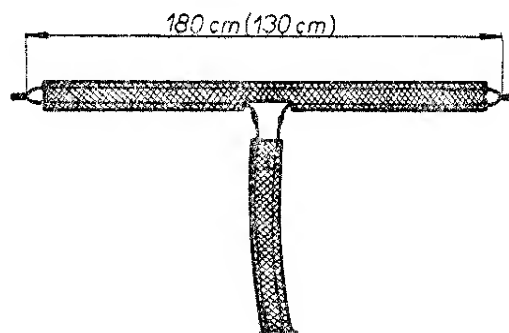
Zvláštním typem krátkovlnných přijímacích antén jsou výsuvné prutové an-

tény. Používají se u některých přenosných tranzistorových přijímačů a u autopřijímačů. Jsou to krátké vertikální antény, o nichž se více dočtete opět v kapitole o amatérských vysílacích anténách. U autopřijímačů se této antény využívá i jako náhradkové pro příjem na středních a dlouhých vlnách.

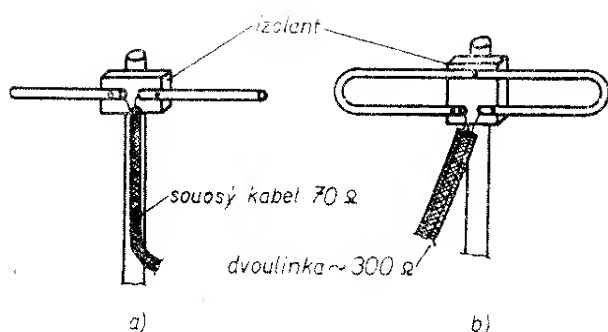
### Antény pro velmi krátké vlny

U antén pro velmi krátké vlny je volba podmíněna několika specifickými hledisky. Jsme-li velmi blízko vysílače, který chceme přijímat, nezáleží příliš na zisku antény, protože signál je dostatečně silný. O to více však záleží na dobrém činiteli zpětného příjmu a částečně i na směrovosti antény, protože v blízkosti vysílače se vyskytuje velmi mnoho odrazů (signál se odráží od všech předmětů, srovnatelných velikostí s jeho vlnovou délkou), které působí velmi rušivě na příjem a stereofonní příjem téměř znemožňují. Ve větší vzdálenosti od vysílače je již nutná víceprvková anténa s větším ziskem. Taková anténa je vždy směrová, takže vznikají potíže s příjmem více stanic z různých směrů.

V těsné blízkosti vysílače (asi do 10 km) vystačíme pro příjem monofonních programů s náhradkovou anténou, která může být instalována i uvnitř místnosti. Je to buďto drát o délce asi 1 m, nebo dva dráty, z nichž každý je dlouhý  $\lambda/4$  a společně tvoří nejjednodušší dipól. Na mnoha místech v Praze stačí taková anténa pro příjem obou programů Čs. rozhlasu na VKV.



Obr. 34. Náhradní anténa z dvoulinky

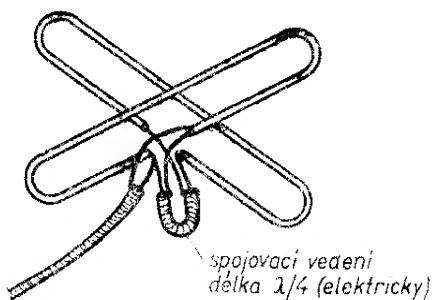


Obr. 35. Dipól jednoduchý (a), skládaný (b)

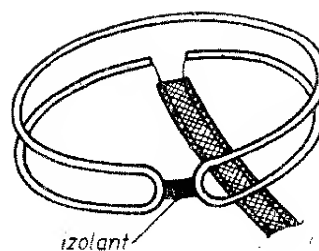
Pro místa, kde je o něco slabší signál, můžeme zhotovit náhradní anténu z televizní dvoulinky (obr. 34). Protože je to dipól, záleží na jeho natočení – má již směrové účinky.

Pro vzdálenosti do 30 km od vysílače je již lepší použít venkovní anténu. Stačí jednoduchý nebo skládaný dipól. Zhotovíme jej z hliníkových trubek a upevníme na nevodivou tyč. Při použití kovové nosné tyče musí být od ní dipól odizolován (obr. 35). Délka dipólu je pro pásmo 66 až 73 MHz (naše vysílače) 200 cm, pro pásmo 88 až 104 MHz 140 cm.

Abychom mohli přijímat stanice z různých směrů, bylo by vhodné použít anténu s pokud možno kruhovým vyzařovacím diagramem. Proto se někdy (zvláště u společných antén) dává přednost tzv. křížovému nebo kruhovému dipólu. Křížový dipól (obr. 36) se skládá ze dvou skládaných dipólů, pootočených navzájem o 90°. Vyzařovací diagram je přibližně kruhový, rozdíl mezi maximem a minimem není větší než 2 dB. Vedení, jímž jsou oba dipóly spojeny, musí být dlouhé  $\lambda/4$  (elektricky). Impedance takové antény je potom poloviční proti impedanci skládaného dipólu, tj. asi 150  $\Omega$ .



Obr. 36. Křížový dipól

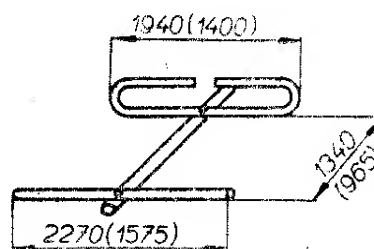


Obr. 37. Kruhový dipól

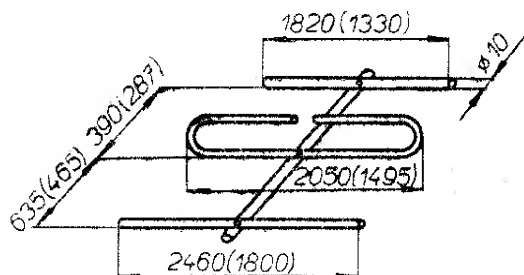
Použijeme-li k napájení tohoto dipólu souosý napáječ o impedanci 70  $\Omega$ , nebude dokonale přizpůsoben a vzniknou na něm stojaté vlny (napětový činitel stojaté vlny asi 1 : 2). Vlastnosti dipólu se tím však podstatně nezhorší a toto řešení lze nouzově použít.

Kruhový dipól (obr. 37) je skládaný dipól stočený do kruhu. I jeho vyzařovací diagram je přibližně kruhový a rozdíl mezi maximem a minimem je nejvýše 3 dB.

Pro větší vzdálenost než 30 km od vysílače používáme víceprvkové antény typu Yagi. Dvouprvková anténa (obr. 38) má zisk asi 3 dB (ve srovnání s jednoduchým dipólem) a činitel zpětného příjmu 8 dB. V obrázku jsou uvedeny rozměry pro pásmo 66 až 73 MHz, v závorce rozměry pro pásmo 88 až 104 MHz. Tato anténa je vhodná pro vzdálenost do 60 km.



Obr. 38. Dvouprvková anténa Yagi



Obr. 39. Tříprvková anténa Yagi



Tříprvková anténa tohoto typu je na obr. 39. Její zisk je asi 5 dB, takže vyhoví do vzdálenosti asi 100 km. Činitel zpětného příjmu je 14 dB.

Víceprvkové antény podle obr. 40 mají tyto rozměry a vlastnosti:



### Čtyřprvková anténa

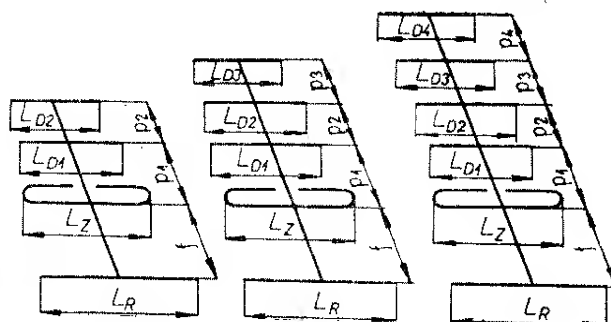
| Rozměry [mm]            | Pásmo<br>66 až 73 MHz | Pásmo<br>88 až 104 MHz |
|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| $L_Z$                   | 2 150                 | 1 650                  |
| $L_R$                   | 2 330                 | 1 930                  |
| $L_{D_1}$               | 2 010                 | 1 335                  |
| $L_{D_2}$               | 1 860                 | 1 310                  |
| $f$                     | 840                   | 670                    |
| $p_1$                   | 430                   | 232                    |
| $p_2$                   | 590                   | 510                    |
| Zisk                    | 6 dB                  |                        |
| Činitel zpětného příjmu | 15 dB                 |                        |

### Pětíprvková anténa

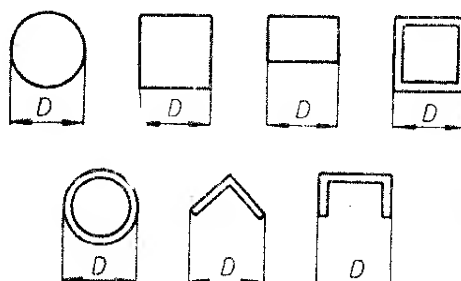
| Rozměry [mm]            | Pásmo<br>66 až 73 MHz |
|-------------------------|-----------------------|
| $L_Z$                   | 2 100                 |
| $L_R$                   | 2 540                 |
| $L_{D_1}$               | 1 780                 |
| $L_{D_2}$               | 1 860                 |
| $L_{D_3}$               | 1 840                 |
|                         | 720                   |
| $p_1$                   | 325                   |
| $p_2$                   | 465                   |
| $p_3$                   | 760                   |
| Zisk                    | 7 dB                  |
| Činitel zpětného příjmu | 15 dB                 |

### Šestiprvková anténa

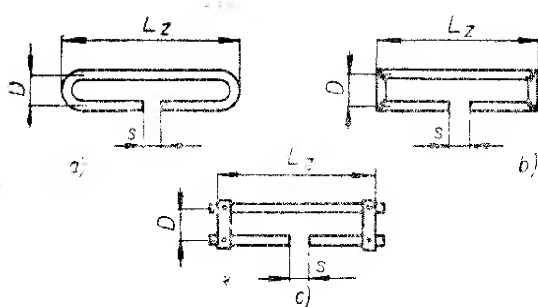
| Rozměry [mm]            | Pásmo<br>88 až 104 MHz |
|-------------------------|------------------------|
| $L_Z$                   | 1 500                  |
| $L_R$                   | 1 800                  |
| $L_{D_1}$               | 1 280                  |
| $L_{D_2}$               | 1 295                  |
| $L_{D_3}$               | 1 275                  |
| $L_{D_4}$               | 1 255                  |
| $f$                     | 825                    |
| $p_1$                   | 200                    |
| $p_2$                   | 666                    |
| $p_3$                   | 582                    |
| $p_4$                   | 653                    |
| Zisk                    | 8 dB                   |
| Činitel zpětného příjmu | 15 dB                  |



Obr. 40. Čtyř-, pěti- a šestiprvková anténa Yagi

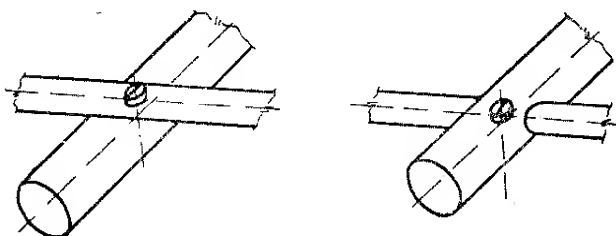


Obr. 41. Profily tyčí, použitelných pro konstrukci antén Yagi

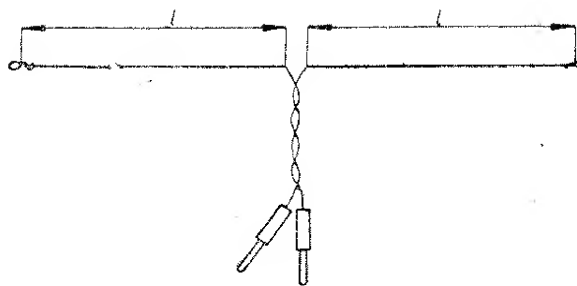


Obr. 42. Různé způsoby konstrukce skládaného dipólu

Všechny tyto antény zhotovujeme z hliníkových trubek o průměru 10 až 20 mm (pro vyšší kmitočet stačí menší průměr). Lze ovšem použít i jiné profily (obr. 41), aniž by tím kvalita antény utrpěla. Zářičem je vesměs skládaný dipól. Několik možných způsobů jeho konstrukce je na obr. 42. První možnost (obr. 42a) je prosté ohnutí trubky do potřebného tvaru. Aby se trubka při ohýbání nenalomila, je vhodné naplnit ji před ohýbáním pískem. Nemůžeme-li trubku ohnout, svaříme skládaný dipól z několika částí (obr. 42b) a nemáme-li ani tuto možnost, lze spojit dvě rovné trubky kovovým páskem a šrouby. Spojení však musí být pevné (s ohledem na dobrou elektrickou vodivost). Vzdálenost  $D$  obou částí dipólu není kritická a pohybuje se mezi 80 až 150 mm pro pásmo 66 až 73 MHz a mezi 60 až 100 mm pro pásmo 88 až 104 MHz. Vzdálenost  $s$  je 10 až 20 mm. Jako nosné ráhno pro všechny prvky používáme opět kovovou trubku, jejíž průměr má být přibližně dvojnásobný než průměr trubek, z nichž jsou jednotlivé prvky zhotoveny. Prvky k nosnému ráhnu přivaříme nebo přišroubujeme (obr. 43).



Obr. 43. Různé způsoby upevnění prvků k nosné trubce šrouby



Obr. 44. Provizorní dipól

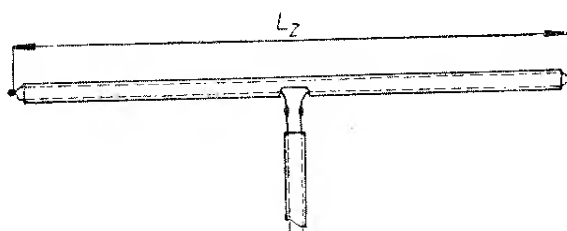
## Televizní antény

Televize vysílá na velmi krátkých vlnách; proto budou televizní antény podobné anténám pro příjem rozhlasu na VKV. V této kapitole se nejprve seznámíme s několika typy náhražkových antén a pak s normalizovanými anténami typu Yagi pro I. III., a IV., V. televizní pásmo. Závěrem si povíme o anténě vertikální a kosočtverečné, o řazení jednotlivých antén do pater a o logaritmicko-periodické anténě pro I. až V. televizní pásmo.

### Náhražkové antény

Jsou to stejně jako pro rozhlas VKV antény, které můžeme použít jen v místě se silným signálem. Jsou umístěny většinou přímo v bytě poblíž televizoru.

Nejjednodušší náhražkovou anténou jsou dva vodiče délky  $\lambda/4$ , připojené přímo do anténních zdírek televizoru. Umístíme-li je dále od televizoru, použijeme k propojení dvoulinku zkroucenou ze dvou vodičů (obr. 44). Délka  $l$  vodičů vychází pro I. kanál asi 1 300 mm. Stejně jako pro rozhlas na VKV, lze i v tomto



Obr. 45. Dipól z dvoulinky



Obr. 46. Elektrické prodloužení dipólu zvětšením kapacity jeho konců

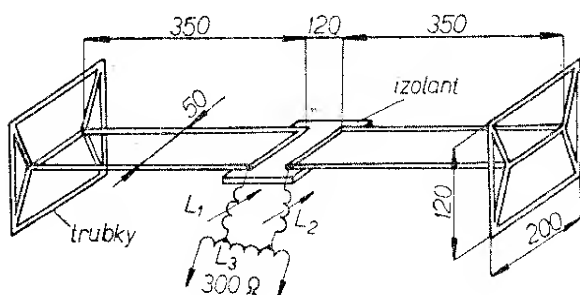
případě použít ke zhotovení náhražkové antény-dipólu dvoulinku. Délka  $L_Z$  pro anténu podle obr. 45 je pro 1. kanál asi 2 400 mm. Pro jiné kanály s kmitočtem  $f$  vypočítáme délku  $L_Z$  podle vzorce

$$L_Z = \frac{300 a}{f} \quad [\text{m}; -; \text{MHz}],$$

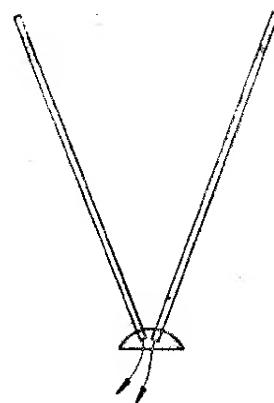
kde  $a$  je činitel zkrácení použité dvoulinky (u našich dvoulinek bývá kolem 0,82).

Stejně jako pro rozhlas lze i pro televizi použít křížový nebo kruhový dipól podle obr. 36 a 37 z předcházející kapitoly.

Lepší než tyto náhražkové antény jsou antény zmenšené, které se doladují do rezonance na potřebný kmitočet tak, aby jejich elektrická délka byla  $\lambda/2$  přijímaného kmitočtu. Elektrického prodloužení takové antény dosáhneme zvětšením kapacity konců dipólu zvětšením jejich plochy (obr. 46), přidáním sériové indukčnosti nebo kombinací obou těchto způsobů. Protože taková zkrácená anténa má velmi malou impedanci, musíme ji přizpůsobit k napájecí např. autotransformátorem. Praktické řešení takové „miniantény“ pro I. televizní pásmo je na obr. 47. Přizpůsobovací autotransformátor je umístěn přímo na nosné desce antény a má tyto počty závitů:



Obr. 47. „Minianténa“ pro I. televizní pásmo



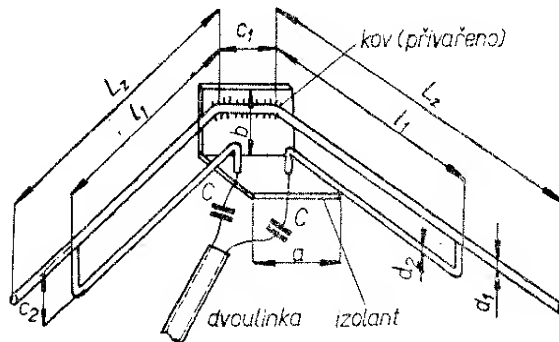
Obr. 48. Anténa tvaru V

- $L_1$  a  $L_2$  – 9 závitů drátu o  $\varnothing$  0,8 mm CuPH těsně vedle sebe,
- $L_3$  – 13 závitů drátu o  $\varnothing$  1,5 mm s roztečí 1,5 mm; odbočky jsou na 4. závitě od každého konce.

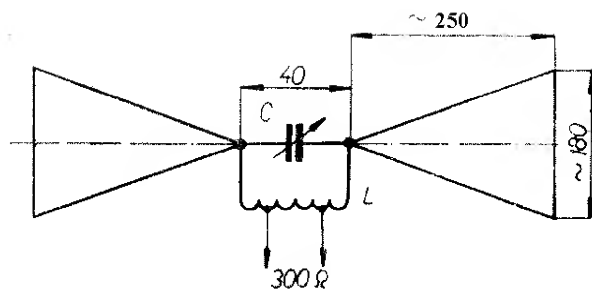
Anténa je zhotovena z tenkostěnných trubek o  $\varnothing$  8 až 10 mm nebo drátu o  $\varnothing$  6 až 8 mm.

Pro další zmenšení prostoru, který anténa zabírá, je možné natočit její konce do tvaru písmene V (obr. 48). Je možné tak realizovat i dipól normálních rozměrů, zvláště pro III. pásmo.

Anténa tohoto typu, která je vhodná všude, kde je větší intenzita pole, je na obr. 49. Lze ji umístit přímo na televizor, na okenní rám, na balkon apod. Anténa má přibližně kruhový diagram směrovosti a není ji proto třeba natáčet. Je napájena dvoulinkou o impedanci 300  $\Omega$ . Uzemňuje se na hromosvod a napáječ je od vlastní antény oddělen dvěma kondenzátory. Tuto anténu můžeme použít i pro



Obr. 49. Anténa pro I. televizní pásmo



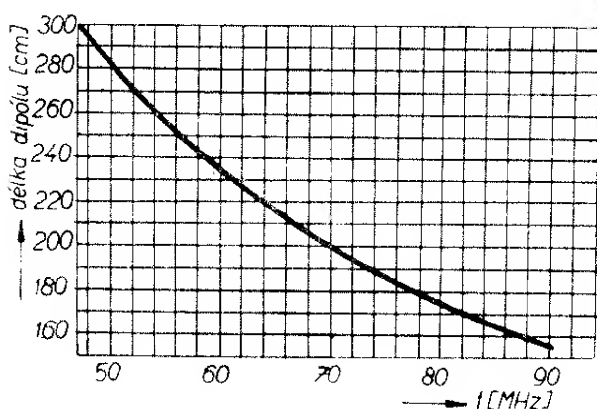
Obr. 50. Náhražková anténa pro III. televizní pásmo

příjem signálů vertikálně polarizovaných vysílačů, natočíme-li ji tak, aby její ramena byla ve vertikální rovině. Zisk této antény je téměř stejný jako jednoduchého dipólu.

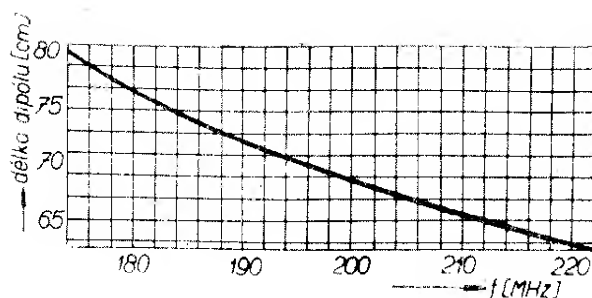
Rozměry antény pro 1. kanál (obr. 49)

|              |          |
|--------------|----------|
| $LZ$         | 1 430 mm |
| $l_1$        | 435 mm   |
| $d_1$        | 10 mm    |
| $d_2$        | 4 mm     |
| $a$          | 210 mm   |
| $b$          | 150 mm   |
| $c_1$        | 60 mm    |
| $c_2$        | 45 mm    |
| kapacity $C$ | 30 pF    |

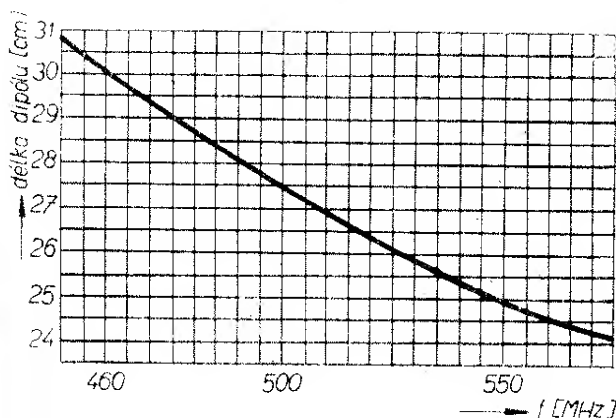
Takové antény se vyrábějí i továrně; jsou zhotoveny jako teleskopické, takže je můžeme použít pro různé kanály.



Obr. 51. Délka skládaného dipólu pro kmitočty 50 až 95 MHz



Obr. 52. Délka skládaného dipólu pro kmitočty 180 až 220 MHz



Obr. 53. Délka skládaného dipólu pro kmitočty 460 až 570 MHz

Pro III. televizní pásmo se často používá anténa vestavěná přímo do televizního přijímače. Je to dipól, který tvoří dva polepy z kovové fólie podle obr. 50. Cívka  $L$  je navinuta z pocínovaného drátu o  $\varnothing$  1 mm na průměru 8 mm a má 8 závitů s roztečí 1,5 mm. Odbočky pro dvoulinku s impedancí 300  $\Omega$  jsou na 2. závitě od každého konce. Kondenzátor  $C$  je proměnný (může být s pevným dielektrikem) a má kapacitu 5 až 50 pF. Protože tato anténa má směrový účinek, je vhodné nalepit polepy na samostatný kus lepenky, umístěné otočně v televizoru.

### Skládaný dipól

Vlastnosti skládaného dipólu byly probrány v předcházejících kapitolách. Po konstrukční stránce je jeho výhodou, že střed paralelního vodiče má uzel napětí a proto může být uzemněn, tj. také mechanicky připevněn k nosné tyči. Rezonanční délky skládaných dipólů pro I. až V. televizní pásmo podle ČSN 36 7210 jsou v obr. 51, 52 a 53.

## Přijímací antény pro I. televizní pásmo

Pro I. televizní pásmo doporučuje ČSN 36 7211 bočníkový dipól nebo dvouprvkovou a tříprvkovou anténu s tímto dipólem. Napětový činitel stojatých vln je pro nosný kmitočet obrazu  $\leq 1,8$ , pro nosný kmitočet zvuku  $\leq 4$ . Činitel zpětného příjmu pro celé pásmo mezi nosným kmitočtem obrazu a nosným kmitočtem zvuku je větší než 10 dB. Provozní zisk dvouprvkové antény je 2 až 4 dB, tříprvková anténa má zisk 4 až 6 dB.

Bočníkový dipól je nejjednodušší anténou pro toto pásmo. Je to půlvlnný dipól, k němuž je transformací typu T přizpůsobena dvoulinka o impedanci  $300 \Omega$  (obr. 54). Mimo jiné má tento způsob tu výhodu, že dipól lze uprostřed připojit na nosnou tyč a uzemnit. V místě připojení k bočníku je paralelně k napájecí zapojen přizpůsobovací kondenzátor  $C$  (elektrické schéma bočníkového dipólu je na obr. 55). Délka  $L_Z$  je pro 1. kanál  $2\,730 \text{ mm}$  a pro 2. kanál  $2\,330 \text{ mm}$ . Je třeba ji dodržet s tolerancí  $\pm 2 \text{ mm}$ . Dipól je zhotoven z trubky o  $\varnothing 18 \pm 2 \text{ mm}$ .

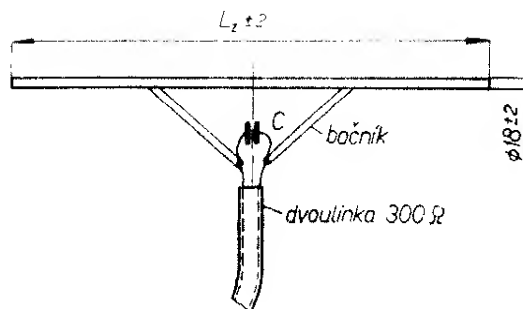
Dvouprvková a tříprvková anténa podle normy 36 7211 jsou na obr. 56 a 57. Rozměry jednotlivých prvků, jejich tolerance a kapacita kondenzátoru jsou v tabulce 2.

Bočník může být zhotoven z plechového pásu širokého 20 až 40 mm nebo z trubky o průměru 10 až 16 mm. Může tvořit samostatnou část, která je při montáži vodivě připojena k vlastnímu dipólu, nebo může být k dipólu přivařen. Indukčnost bočníku pro 1. i 2. kanál má být  $0,25 \pm 0,01 \mu\text{H}$ .

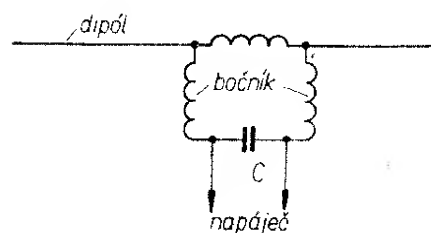
## Antény pro III. televizní pásmo

Pro III. televizní pásmo doporučuje ČSN 36 7212 tyto typy antén:

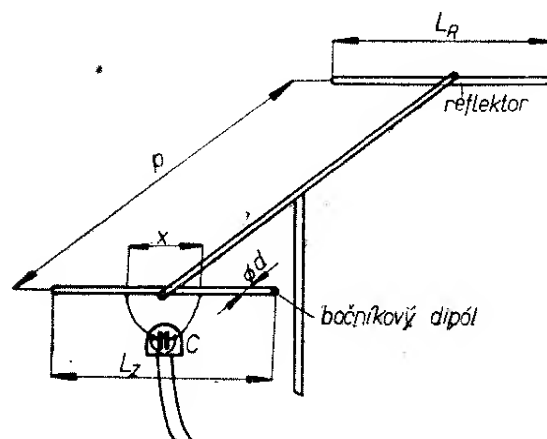
- skládání dipól,
- pětiprvková anténa Yagi s dvojitým reflektorem,
- dvanáctiprvková anténa Yagi s dvojitým reflektorem,



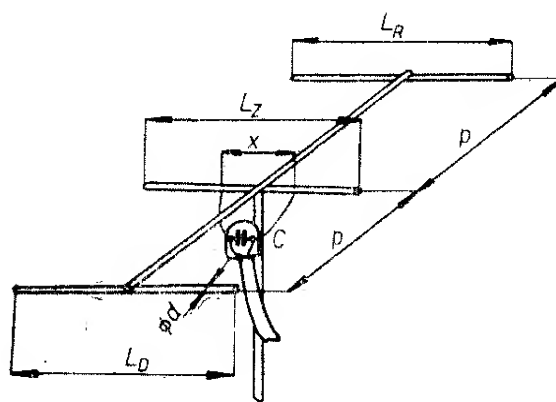
Obr. 54. Bočníkový dipól



Obr. 55. Elektrické schéma bočníkového dipólu



Obr. 56. Dvouprvková anténa podle ČSN 36 7211



Obr. 57. Tříprvková anténa pro I. televizní pásmo

Tab. 2.

|                                   | 1. kanál | 2. kanál | Tolerance |
|-----------------------------------|----------|----------|-----------|
| Délka dipólu $L_Z$ [mm]           | 2 730    | 2 330    | $\pm 2$   |
| Délka reflektoru $L_R$ [mm]       | 2 900    | 2 440    | $\pm 2$   |
| Délka direktoru $L_D$ [mm]        | 2 420    | 2 060    | $\pm 2$   |
| Rozteč os prvků $p$ [mm]          | 900      | 760      | $\pm 5$   |
| Rozteč připojení bočníku $x$ [mm] | 330      | 330      | $\pm 5$   |
| Průměr trubek $d$ [mm]            | 18       | 18       | $\pm 2$   |
| Kapacita kondenzátoru $C$ [pF]    | 36       | 26       | $\pm 0,5$ |

d) širokopásmová třináctiprvková anténa Yagi s trojitým reflektorem,

e) širokopásmová tříprvková anténa (ve zvláštních případech).

Antény mají tyto elektrické parametry:

*Napětový činitel stojatých vln:*

$\leq 1,6$  pro nosné kmitočty obrazu,

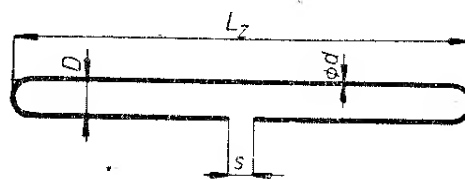
$\leq 2,5$  pro nosný kmitočet zvuku.

*Činitel zpětného příjmu:*  $\geq 20$  dB.

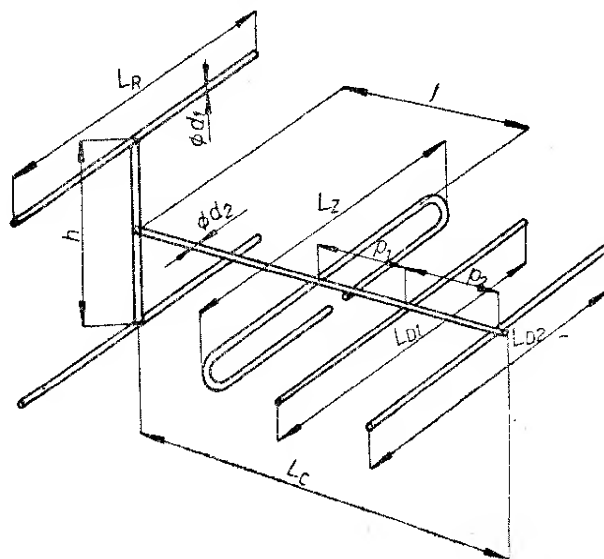
*Provozní zisk:* skládaný dipól 0 dB,  
5prvková 6 dB,  
12prvková 10 dB,  
13prvková 8,5 až 11 dB.

Skládané dipóly mají být zhotoveny z jednoho kusu trubky. Mohou být i svařované, nemají však být sešroubované nebo snýtované. Rozměry skládaného dipólu pro jednotlivé kanály III. pásma (obr. 58) jsou v tabulce 3.

Skládané dipóly s udanými rozměry jsou základními prvky všech dalších víceprvkových antén.



Obr. 58. Skládaný dipól

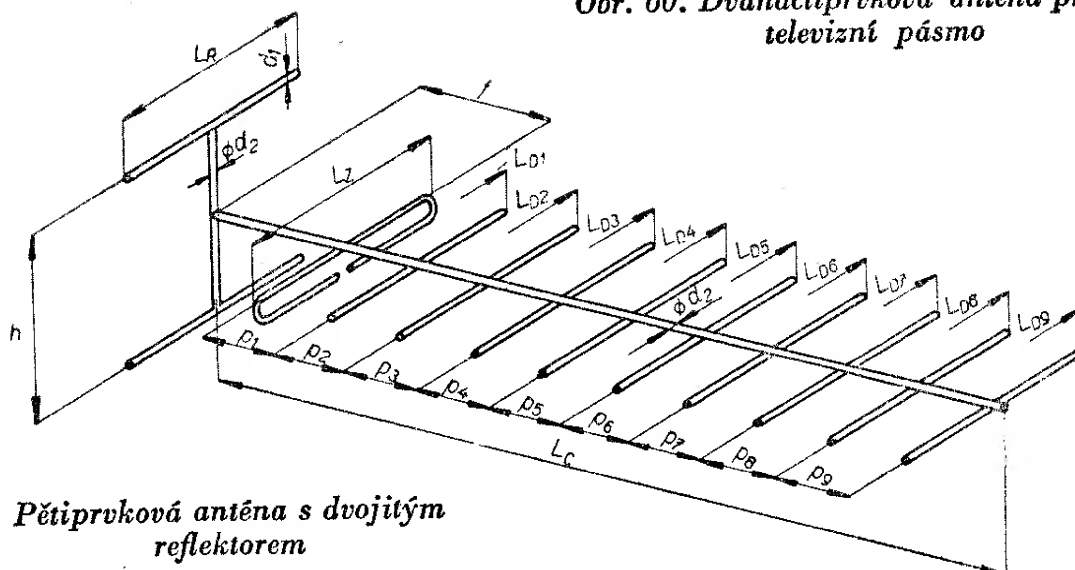


Obr. 59. Pětiprvková anténa pro III. televizní pásmo

Tab. 3.

| Kanál                     | 6. a 7. | 8. a 9.  | 10., 11 a 12. |
|---------------------------|---------|----------|---------------|
| Délka dipólu $L_Z$ [mm]   | 775     | 710      | 645           |
| Rozteč $D$ [mm]           |         | 40 až 70 |               |
| Vzdálenost konců $s$ [mm] |         | max. 30  |               |
| Průměr trubky $d$ [mm]    |         | 8        |               |

Obr. 60. Dvanáctiprvková anténa pro III. televizní pásmo



Pětiprvková anténa s dvojitým reflektorem

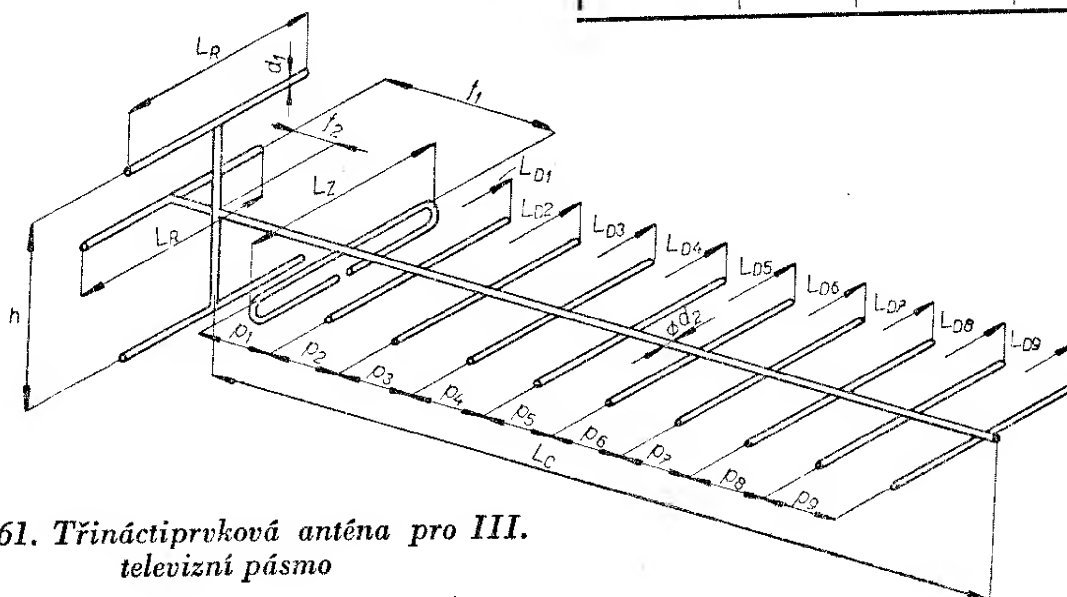
Tato anténa je na obr. 59. Všechny její prvky jsou zhotoveny z trubky o  $\varnothing$  8 mm. Průměr nosné tyče volíme 20 až 25 mm. Použijeme-li k výrobě jednotlivých prvků trubku o průměru 10 mm, musíme všechny pasivní prvky o 2 mm zkrátit. Použijeme-li trubku o průměru 6 mm, je naopak třeba všechny pasivní prvky prodloužit o 3 mm. Délka skládaných dipólů se při použití trubek různého průměru nemění. Rozměry antény pro jednotlivé kanály III. pásma jsou v tabulce 4.

Tab. 4.

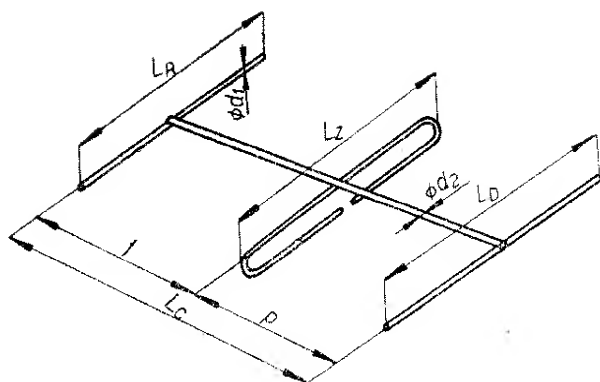
| Kanál          | 6. a 7. | 8. a 9. | 10., 11. a 12. |
|----------------|---------|---------|----------------|
| $L_R$ [mm]     | 915     | 840     | 765            |
| $L_Z$ [mm]     | 775     | 710     | 645            |
| $L_{D_1}$ [mm] | 715     | 660     | 605            |
| $L_{D_2}$ [mm] | 695     | 640     | 585            |
| $h$ [mm]       | 400     | 400     | 400            |
| $f$ [mm]       | 300     | 300     | 300            |
| $p_1$ [mm]     | 60      | 60      | 60             |
| $p_a$ [mm]     | 300     | 300     | 300            |
| $L_C$ [mm]     | 660     | 660     | 660            |
| $d_1$ [mm]     | 8       | 8       | 8              |
| $d_2$ [mm]     | 25      | 25      | 25             |

Dvanáctiprvková anténa s dvojitým reflektorem

O materiálu a konstrukci této antény (obr. 60) platí totéž, co o předcházející.



Obr. 61. Třináctiprvková anténa pro III. televizní pásmo



Obr. 62. Tříprvková širokopásmová anténa pro III. televizní pásmo

Tab. 5.

| Kanál          | 6. a 7. | 8. a 9. | 10. 11. a 12. | 6. až 12. |
|----------------|---------|---------|---------------|-----------|
| $L_R$ [mm]     | 915     | 840     | 765           | 915       |
| $L_Z$ [mm]     | 775     | 710     | 645           | 710       |
| $L_{D_1}$ [mm] | 715     | 660     | 605           | 605       |
| $L_{D_2}$ [mm] | 705     | 650     | 595           | 595       |
| $L_{D_3}$ [mm] | 695     | 640     | 585           | 585       |
| $L_{D_4}$ [mm] | 685     | 630     | 575           | 575       |
| $L_{D_5}$ [mm] | 675     | 620     | 565           | 565       |
| $L_{D_6}$ [mm] | 665     | 610     | 555           | 555       |
| $L_{D_7}$ [mm] | 655     | 600     | 545           | 545       |
| $L_{D_8}$ [mm] | 645     | 590     | 535           | 535       |
| $L_{D_9}$ [mm] | 635     | 580     | 525           | 525       |
| $h$ [mm]       | 400     | 400     | 400           | 600       |
| $f_1$ [mm]     | 300     | 300     | 300           | 180       |
| $f_2$ [mm]     | —       | —       | —             | 120       |
| $p_1$ [mm]     | 80      | 80      | 80            | 80        |
| $p_2$ [mm]     | 200     | 200     | 200           | 200       |
| $p_3$ [mm]     | 225     | 225     | 225           | 225       |
| $p_4$ [mm]     | 250     | 250     | 250           | 250       |
| $p_5$ [mm]     | 275     | 275     | 275           | 275       |
| $p_6$ [mm]     | 300     | 300     | 300           | 300       |
| $p_7$ [mm]     | 325     | 325     | 325           | 325       |
| $p_8$ [mm]     | 350     | 350     | 350           | 350       |
| $p_9$ [mm]     | 375     | 375     | 375           | 375       |
| $L_C$ [mm]     | 2 680   | 2 680   | 2 680         | 2 680     |
| $d_1$ [mm]     | 8       | 8       | 8             | 8         |
| $d_2$ [mm]     | 25      | 25      | 25            | 25        |

Rozměry jsou v tabulce 5. Tytéž rozměry platí pro širokopásmovou třináctiprvkovou anténu, která obsáhne všechny kanály III. televizního pásma. Rozměry odpovídají obrázku 61.

### Univerzální širokopásmová tříprvková anténa

Tato anténa nesplňuje technické parametry normy ČSN 36 7212, její použití se však připouští tam, kde je středně silný signál a malé rušivé odrazy. Anténa je na obr. 62. Její elektrické parametry:

Napětový činitel stojatých vln: 3.

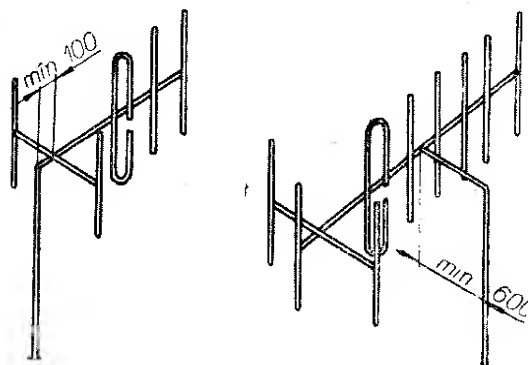
Činitel zpětného příjmu: 10 dB.

Provozní zisk: 3,5 až 5 dB.

### Rozměry tříprvkové širokopásmové antény

|            |     |
|------------|-----|
| $L_R$ [mm] | 915 |
| $L_Z$ [mm] | 710 |
| $L_D$ [mm] | 600 |
| $f$ [mm]   | 300 |
| $p$ [mm]   | 150 |
| $L_C$ [mm] | 450 |
| $d_1$ [mm] | 8   |
| $d_2$ [mm] | 20  |

Zvolíme-li jako napáječ kterékoli z antén souosý kabel 75  $\Omega$ , je třeba použít symetrizační smyčku. Její délka je pro



Obr. 63. Upevnění vertikálních antén na stožár



všechny antény stejná, mění se jen pro jednotlivé skupiny kanálů (předpokládá se použití souosého kabelu s plným polyetylenovým dielektrikem a činitelem zkrácení 0,67).

| Kanál        | 6. a 7. | 8. a 9. | 10., 11. a 12. |
|--------------|---------|---------|----------------|
| Délka smyčky | 535 mm  | 485 mm  | 450 mm         |

Pro širokopásmové antény (tříprvkovou nebo třináctiprvkovou) má smyčka délku 485 mm.

Všechny popsané antény je možné použít i pro příjem signálu vertikálně polarizovaného vysílače. Upevníme je na stožár podle obr. 63. Anténní napáječ nesmíme vést rovnoběžně s dipólem nebo s pasivními prvky v jejich těsné blízkosti.

### Antény pro IV. a V. televizní pásmo

Pro příjem televizního signálu ve IV. a V. televizním pásmu doporučuje norma ČSN 36 7213 tyto typy antén:

a) pětiprvková anténa Yagi s dvojitým reflektorem,

b) dvanáctiprvková anténa Yagi s dvojitým reflektorem,

c) devatenáctiprvková anténa Yagi s trojitým reflektorem.

Antény mají tyto elektrické parametry:

*Napěťový činitel stojatých vln:*

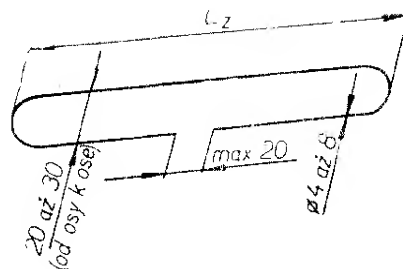
- $\leq 1,6$  pro nosné kmitočty obrazu,
- $\leq 2,5$  pro nosný kmitočet zvuku.

*Činitel zpětného příjmu:*  $\geq 20$  dB.

*Provozní zisk:*

- a) pětiprvková 6 až 7 dB,
- b) dvanáctiprvková 10 až 11 dB,
- c) devatenáctiprvková 12,5 až 13 dB.

Základním prvkem všech těchto antén je opět skládaný dipól, který může samozřejmě sloužit i jako samostatná anténa v místě s dostatečně silným signálem. Dipól i pasivní prvky jsou zhotoveny



Obr. 64. Skládaný dipól pro IV. a V. televizní pásmo

z trubky nebo tyčky o  $\varnothing$  4 až 8 mm. Ostatní rozměry dipólu jsou v obr. 64. Délka  $L_Z$  (v závislosti na průměru trubky) pro jednotlivé kanály je v tab. 6.

Tab. 6.

| Kanál      | 21. až 26. | 27. až 32. | 33. až 39. |
|------------|------------|------------|------------|
| $L_Z$ [mm] | 285 až 290 | 260 až 265 | 235 až 240 |

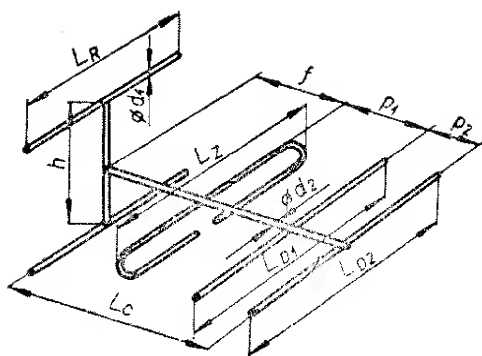
Menšímu průměru přísluší větší délka  $L_Z$ .

### Pětiprvková anténa s dvojitým reflektorem

Tato anténa je na obr. 65, rozměry pro jednotlivé kanály IV. a V. pásma jsou v tabulce 7.

Tab. 7.

| Kanál          | 21. až 26. | 27. až 32. | 33. až 39. |
|----------------|------------|------------|------------|
| $L_R$ [mm]     | 350        | 320        | 295        |
| $L_Z$ [mm]     | 290        | 265        | 240        |
| $L_{D_1}$ [mm] | 266        | 244        | 226        |
| $L_{D_2}$ [mm] | 262        | 240        | 222        |
| $h$ [mm]       | 150        | 150        | 150        |
| $f$ [mm]       | 120        | 120        | 120        |
| $p_1$ [mm]     | 30         | 30         | 30         |
| $p_2$ [mm]     | 100        | 100        | 100        |
| $L_C$ [mm]     | 250        | 250        | 250        |
| $d_1$ [mm]     | 4          | 4          | 4          |
| $d_2$ [mm]     | 20         | 20         | 20         |



Obr. 65. Pětivrčková anténa pro IV. a V. televizní pásmo

*Dvanáctivrčková anténa  
s dvojíým reflektorem*

Tato anténa je na obr. 66. Její rozměry jsou v tab. 8.

*Devatenáctivrčková anténa  
s trojíým reflektorem*

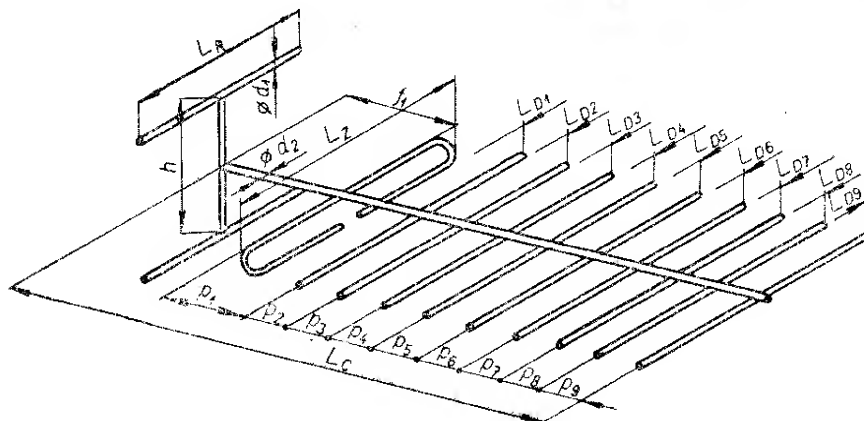
Rozměry této antény k obrázku 67 jsou v tab. 9.

Stejně jako u antén pro III. televizní pásmo, lze i všechny tyto antény použít pro příjem signálu s vertikální polarizací. Aby byly zachovány původní směrové vlastnosti antény, musíme ji upevňovat tak, aby nosný stožár nepříznivě neovlivňoval její elektrické vlastnosti. Při vertikální polarizaci je třeba, aby stožár nebyl rovnoběžný s direktory. Horizontálně polarizovanou anténu je třeba upevnit na stožár pokud možno souměrně. Anténní napáječ vedeme a upevňujeme na držácích podél ráhna a anténního stožáru.

Anténní napáječ nesmí být veden rovnoběžně s dipólem nebo s pasivními prvky v jejich těsné blízkosti.

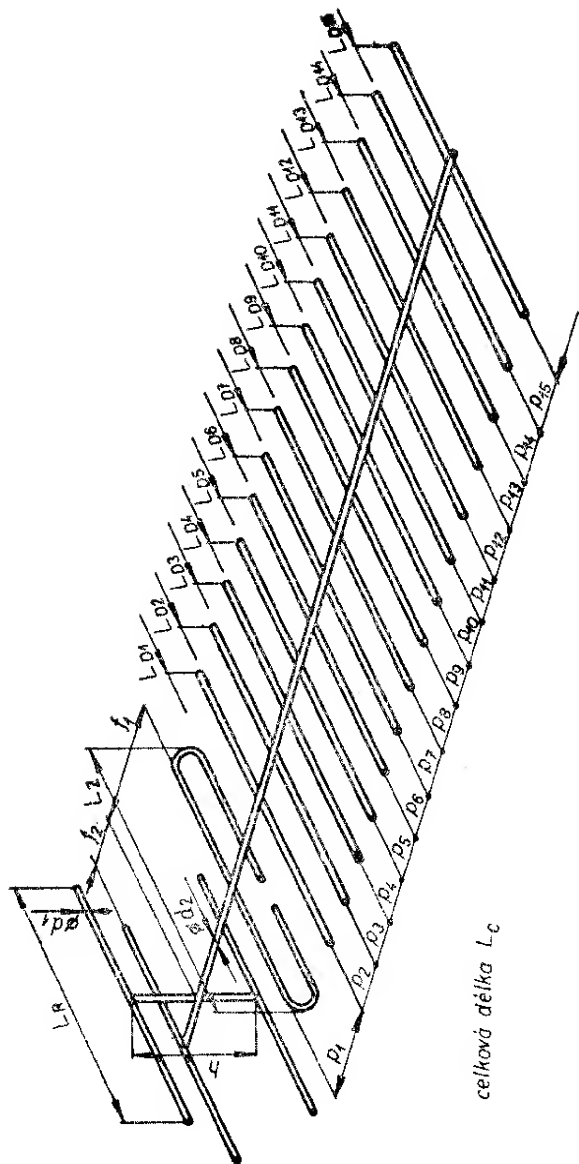
Tab. 8

| Kanál          | 21. až 26. | 27. až 32. | 33. až 39. |
|----------------|------------|------------|------------|
| $L_R$ [mm]     | 350        | 320        | 295        |
| $L_Z$ [mm]     | 290        | 265        | 240        |
| $L_{D_1}$ [mm] | 266        | 248        | 226        |
| $L_{D_2}$ [mm] | 262        | 244        | 222        |
| $L_{D_3}$ [mm] | 258        | 240        | 218        |
| $L_{D_4}$ [mm] | 254        | 236        | 214        |
| $L_{D_5}$ [mm] | 250        | 232        | 210        |
| $L_{D_6}$ [mm] | 248        | 228        | 208        |
| $L_{D_7}$ [mm] | 246        | 226        | 206        |
| $L_{D_8}$ [mm] | 244        | 224        | 204        |
| $L_{D_9}$ [mm] | 242        | 222        | 202        |
| $h$ [mm]       | 150        | 150        | 150        |
| $f$ [mm]       | 120        | 120        | 120        |
| $p_1$ [mm]     | 30         | 30         | 30         |
| $p_2$ [mm]     | 50         | 50         | 50         |
| $p_3$ [mm]     | 70         | 70         | 70         |
| $p_4$ [mm]     | 90         | 90         | 90         |
| $p_5$ [mm]     | 110        | 110        | 110        |
| $p_6$ [mm]     | 125        | 125        | 125        |
| $p_7$ [mm]     | 140        | 140        | 140        |
| $p_8$ [mm]     | 155        | 155        | 155        |
| $p_9$ [mm]     | 175        | 175        | 175        |
| $L_C$ [mm]     | 1 065      | 1 065      | 1 065      |
| $d_1$ [mm]     | 4          | 4          | 4          |
| $d_2$ [mm]     | 20         | 20         | 20         |

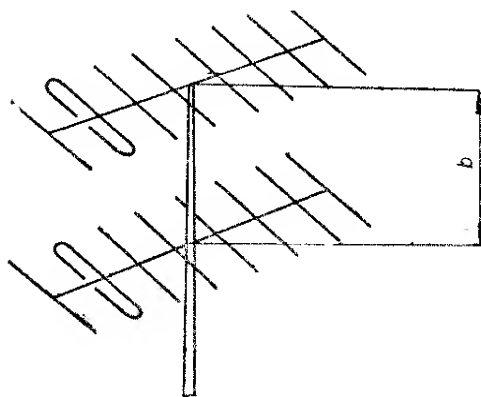


Obr. 66. Dvanáctivrčková anténa pro IV. a V. televizní pásmo

**Tab. 9.**



Obr. 67. Devatenáctiprvková anténa pro IV. a V. televizní pásmo

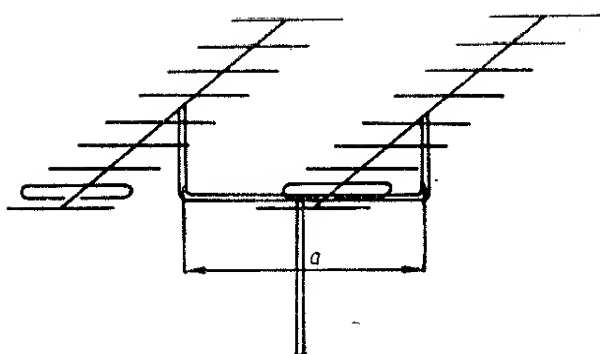


**Obr. 68. Řazení antén nad sebou**

| Kanál                     | 21. až 26. | 27. až 32. | 33. až 39. |
|---------------------------|------------|------------|------------|
| $L_R$ [mm]                | 350        | 320        | 295        |
| $L_Z$ [mm]                | 290        | 265        | 240        |
| $L_{D_1}$ [mm]            | 270        | 248        | 226        |
| $L_{D_2}$ [mm]            | 268        | 246        | 224        |
| $L_{D_3}$ [mm]            | 266        | 244        | 222        |
| $L_{D_4}$ [mm]            | 264        | 242        | 220        |
| $L_{D_5}$ [mm]            | 262        | 240        | 218        |
| $L_{D_6}$ [mm]            | 260        | 238        | 216        |
| $L_{D_7}$ [mm]            | 258        | 236        | 214        |
| $L_{D_8}$ [mm]            | 256        | 234        | 212        |
| $L_{D_9}$ [mm]            | 254        | 232        | 210        |
| $L_{D_{10}}$ [mm]         | 252        | 230        | 208        |
| $L_{D_{11}}$ [mm]         | 250        | 228        | 206        |
| $L_{D_{12}}$ [mm]         | 248        | 226        | 204        |
| $L_{D_{13}}$ [mm]         | 246        | 224        | 202        |
| $L_{D_{14}}$ [mm]         | 244        | 222        | 200        |
| $L_{D_{15}}$ [mm]         | 242        | 220        | 198        |
| $h$ [mm]                  | 320        | 320        | 320        |
| $f_1$ [mm]                | 80         | 80         | 80         |
| $f_2$ [mm]                | 40         | 40         | 40         |
| $p_1$ [mm]                | 30         | 30         | 30         |
| $p_2$ [mm]                | 50         | 50         | 50         |
| $p_3$ [mm]                | 70         | 70         | 70         |
| $p_4$ [mm]                | 90         | 90         | 90         |
| $p_5$ [mm]                | 110        | 110        | 110        |
| $p_6$ [mm]                | 125        | 125        | 125        |
| $p_7$ [mm]                | 140        | 140        | 140        |
| $p_8$ [mm]                | 155        | 155        | 155        |
| $p_9$ [mm]                | 175        | 175        | 175        |
| $p_{10}$ až $p_{15}$ [mm] | 180        | 180        | 180        |
| $L_C$ [mm]                | 2 145      | 2 145      | 2 145      |
| $d_1$ [mm]                | 4          | 4          | 4          |
| $d_2$ [mm]                | 25         | 25         | 25         |

## Anténní soustavy

K dosažení výraznějšího směrového účinku antény v místech, kde se vyskytuje mnoho odrazů, nebo k dosažení většího zisku v místech se slabým signálem je



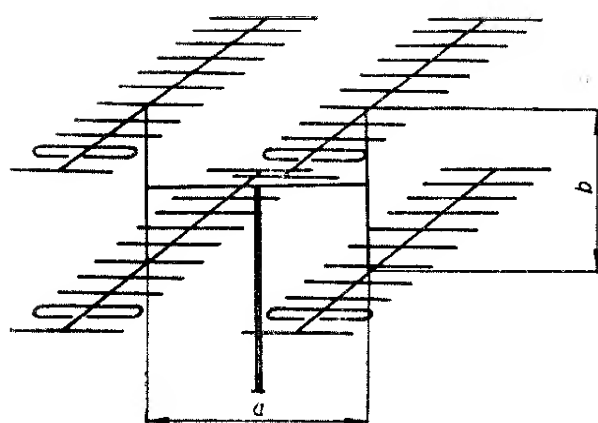
Obr. 69. Řazení antén vedle sebe

vhodné spojovat jednotlivé stejné antény do anténních soustav.

Horizontálně polarizované antény můžeme řadit rovnoběžně nad sebou (obr. 68) nebo vedle sebe (obr. 69), popř. oba tyto způsoby kombinujeme. Vertikálně polarizované antény řadíme vedle sebe nebo kombinovaně. Řazení nad sebou se pro nesnadné upevňování antén nedoporučuje.

Dvojnásobná anténní soustava podle obr. 68 a 69 má asi o 2,5 až 3 dB větší zisk než anténa jednoduchá. Směrové účinky u antén řazených nad sebou jsou prakticky stejné jako u antény jednoduché, u antén řazených vedle sebe jsou výraznější. Čtyřnásobná anténa podle obr. 70 má asi o 5 až 6 dB větší zisk a výraznější směrové účinky než anténa jednoduchá.

Zlepšený směrový účinek anténní soustavy v porovnání s jednoduchou anténou závisí především na dodržení správných vzdáleností  $a$  a  $b$  a na způsobu napájení. U každého typu antény je optimální vzdálenost  $a$  nebo  $b$  jiná. Jednotlivé antény jsou připojeny ke společnému napájecímu místu stejně dlouhými napájecími. Stejno-



Obr. 70. Čtyřnásobná anténa

lehlé poloviny aktivních prvků jednotlivých antén musí být v místě napájení navzájem spojeny.

Optimální vzdálenosti  $a$  a  $b$  pro antény na IV. a V. televizní pásmo jsou v tab. 10.

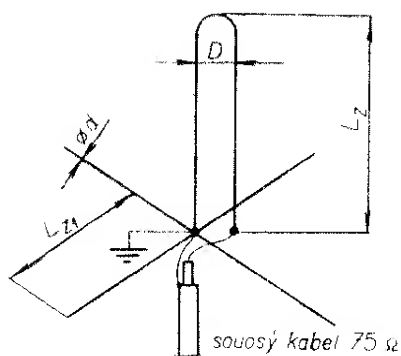
#### Anténa typu „Ground Plane“ pro příjem signálu s vertikální polarizací

Je to anténa všesměrová, konstrukčně poměrně jednoduchá a má provozní zisk asi 3 dB. Její diagram směrovosti je kruhový, anténa tedy přijímá signál ze všech směrů. Je necitlivá vůči rušení přicházejícímu zdola. Na obr. 71 je taková anténa pro napájení souosým kabelem o impedanci asi 75  $\Omega$ , na obr. 72 pro napájení dvoulinkou 300  $\Omega$ . V tomto případě se dopouštíme jisté chyby tím, že připojujeme souměrný napáječ na nesouměrnou anténu; tato chyba je však zanedbatelná.

Rozměry antény k obr. 71 a 72 jsou v tab. 11 a 12.

Tab. 10.

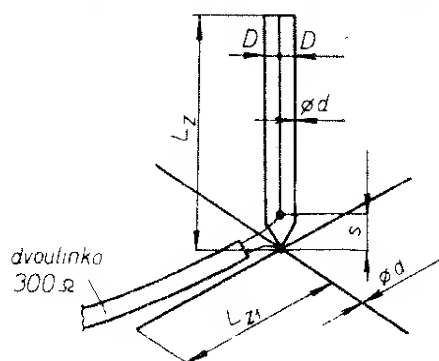
| Typ antény                | Kanály     | $a$   | $b$   |
|---------------------------|------------|-------|-------|
| Pětivrčková anténa        | 21. až 26. | 640   | 500   |
|                           | 27. až 32. | 580   | 450   |
|                           | 33. až 39. | 530   | 410   |
| Dvanáctivrčková anténa    | 21. až 26. | 970   | 820   |
|                           | 27. až 32. | 880   | 750   |
|                           | 33. až 39. | 800   | 680   |
| Devatenáctivrčková anténa | 21. až 26. | 1 360 | 1 230 |
|                           | 27. až 32. | 1 240 | 1 110 |
|                           | 33. až 39. | 1 130 | 1 000 |



Obr. 71. Vertikální anténa napájená souosým kabelem 75  $\Omega$

Tab. 11.

| Kanál          | 1.    | 2.    | 5.  | 6. až 10. |
|----------------|-------|-------|-----|-----------|
| $L_Z$ [mm]     | 1 300 | 1 100 | 720 | 345       |
| $L_{Z_1}$ [mm] | 1 400 | 1 200 | 780 | 370       |
| $D$ [mm]       | 80    | 80    | 60  | 45        |
| $d$ [mm]       | 18    | 18    | 14  | 8         |



Obr. 72. Vertikální anténa napájená dvoulinkou

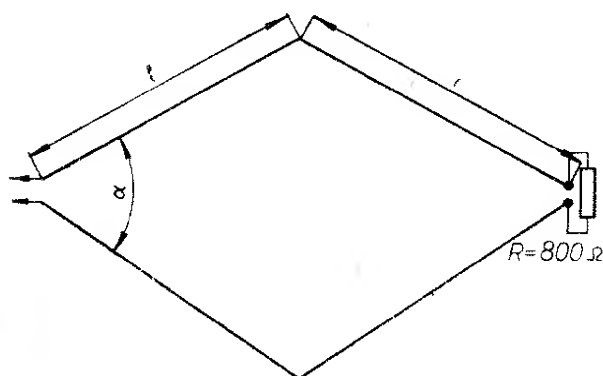
Tab. 12.

| Kanál          | 1.    | 2.    | 5.  | 6. až 10. |
|----------------|-------|-------|-----|-----------|
| $L_Z$ [mm]     | 1 230 | 1 090 | 710 | 340       |
| $L_{Z_1}$ [mm] | 1 400 | 1 200 | 780 | 370       |
| $D$ [mm]       | 70    | 70    | 55  | 32        |
| $d$ [mm]       | 18    | 18    | 14  | 8         |
| $s$ [mm]       | 40    | 40    | 40  | 25        |

### Kosočtverečná anténa

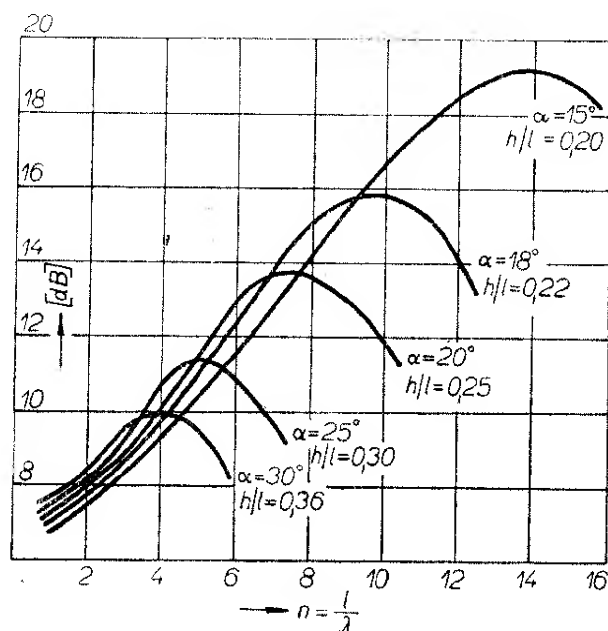
Je to velmi výhodná anténa s velkým provozním ziskem (až 18 dB). Postavíme

ji tehdy, nestačí-li víceprvkové směrové antény Yagi ziskem nebo širokopásmovostí. Pro první televizní pásmo ji používáme zřídka pro značné rozměry. Nejčastěji se používá pro dálkový příjem ve IV. a V. pásmu, kde je vůbec nejvýhodnější amatérskou anténou. Vstupní impedance jednoduché kosočtverečné antény je asi 800  $\Omega$ , proto obvykle stavíme dvě antény nad sebe, abychom se přiblížili impedanci běžné dvoulinky (kolem 300  $\Omega$ ).

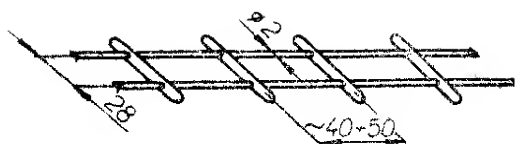


Obr. 73. Kosočtverečná anténa

Zisk kosočtverečné antény závisí na délce ramena  $l$  (obr. 73), vrcholovém úhlu  $\alpha$  a výšce nad zemí  $h$ . Vzájemná závislost těchto parametrů je na obr. 74. Anténa je zakončena odporem 800  $\Omega$ , který musí být bezindukční (hmotový) a musí být



Obr. 74. Vzájemná závislost parametrů kosočtverečné antény

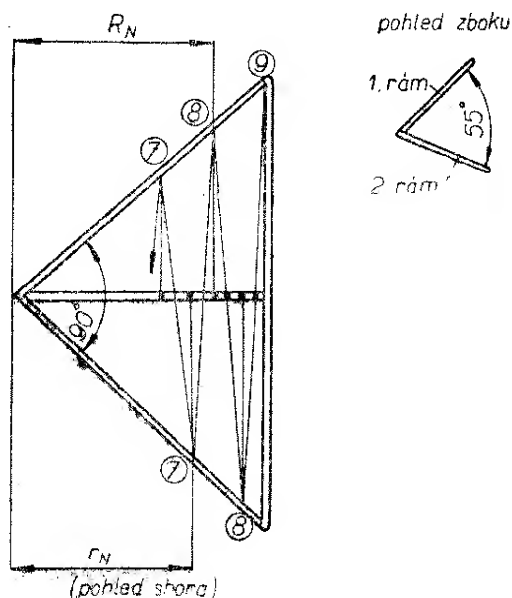


Obr. 75. Napáječ s impedancí  $400 \Omega$  pro kosočtverečnou anténu

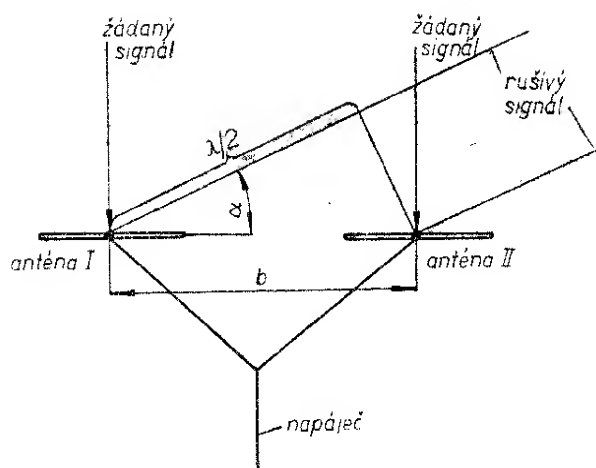
chráněn proti povětrnostním vlivům. Protože tato anténa není přímo uzemněna, musí být napáječ co nejbližší antény chráněn bleskojistkami nebo jiskřišti. Ideálním napáječem pro tuto anténu je amatérsky zhotovený „žebříček“ podle obr. obr. 75.

### Logaritmicko-periodická anténa

Tato anténa se vlastnostmi i konstrukcí liší od všech předcházejících. Má prakticky neomezenou šířku pásma a provozní zisk asi 10 dB. Tvoří ji více prvků spojených paralelně tak, aby postupně rezonovaly na kmitočtech odpovídajících aritmetické řadě jejich přirozených logaritmů. Praktické řešení antény pro I. až V. televizní pásmo je na obr. 76. Rámy jsou zhotoveny z izolantu (dřevo, plastické hmoty), výplet je z měděného drátu o  $\varnothing 2$  mm. Střední výztuha každého rámu je z ocelové trubky, k níž jsou vodičové připevněny (připájeny) všechny vodiče, které ji křižují. Oba rámy spojíme izolačními



Obr. 76. Logaritmicko-periodická anténa



Obr. 77. Potlačení rušivého signálu použitím dvou antén

výztuhami tak, aby svíraly úhel  $55^\circ$  a aby konce středních kovových výztuh byly navzájem vzdáleny asi 30 až 60 mm. K těmto výztuhám připojíme potom napáječ (dvoulinku). Rozměry k obr. 76:

| Upevňovací bod | $R_N$ [mm] | $r_N$ [mm] |
|----------------|------------|------------|
| 1              | 37,5       | 104        |
| 2              | 125        | 149        |
| 3              | 178        | 213        |
| 4              | 254        | 305        |
| 5              | 363        | 436        |
| 6              | 519        | 624        |
| 7              | 731        | 891        |
| 8              | 1 045      | 1 275      |
| 9              | 1 500      |            |

Podmínkou dobré činnosti této antény je, aby drátěný výplet obou rámců byl proti sobě posunut tak, že vrchol na jedné ploše odpovídá přesně středu mezi vrcholy na ploše druhé. Všechny rozměry je třeba co nejpečlivěji dodržet.

### Potlačení rušivého signálu použitím dvou antén

Někdy se stává, že v daném místě lze na jednom kanálu přijímat dva televizní vy-

$$30 \cdot \frac{1}{69} R_K$$

sílače a jejich interferencí se vytvářejí na obrazovce různé pruhy, znemožňující čistý příjem žádaného vysílače. Toto rušení lze odstranit vhodným umístěním antény, jejím odstíněním ve směru nežádoucího vysílače nebo použitím soustavy dvou antén (obr. 77). Obě antény jsou nasměrovány na žádaný vysílač. Jeho signál dopadá na obě antény kolmo a výsledný signál je proto silnější než z jedné antény. Rušivý signál dopadá na antény šikmo. Nastavíme-li vzdálenost antén tak, aby rušivý signál dopadl na druhou anténu přesně o  $\lambda/2$  později než na první, budou oba signály vzájemně posunuty (fázově) o  $180^\circ$  a zruší se. Napáječe spojující obě antény se společným napáječem musí být elektricky přesně stejně dlouhé. Vzdálenost obou antén můžeme předběžně vypočítat ze vztahu

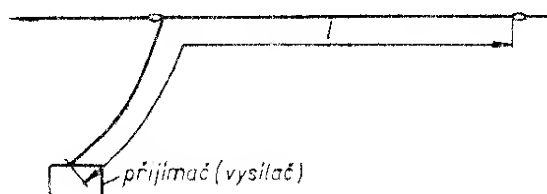
$$b = \frac{\lambda}{2 \cos \alpha} \quad [\text{m}; \text{m}^\circ].$$

## Antény pro amatérské vysílání

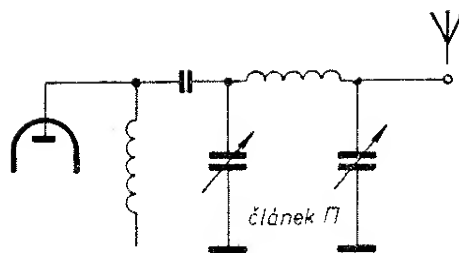
### Vodorovné drátové antény

#### Anténa typu L

Je to nejjednodušší typ krátkovlnné antény a neliší se od obvyklých antén pro příjem rozhlasu na středních vlnách. Její celková délka až k anténní zdířce vysílače nebo přijímače je  $\lambda/2$  (obr. 78). Navrhme-li tuto anténu jako půlvlnnou pro pásmo 80 m, můžeme ji používat pro všechna amatérská pásma. Na 40 m funguje potom jako celovlnná, na 20 m jako zářič délky  $2\lambda$ , na 15 m jako zářič délky



Obr. 78. Anténa typu L



Obr. 79. Připojení antény typu L ke koncovému stupni vysílače

$3\lambda$  a konečně na 10 m jako zářič délky  $4\lambda$ . Bohužel, tato úvaha je jen přibližná. Délku zářiče počítáme ze vzorce

$$l = \frac{150 (n - 0,05)}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}],$$

kde  $n$  je počet násobků  $\lambda/2$ ,  $f$  je kmitočet, pro který anténu navrhujeme. Vypočítáme-li podle tohoto vzorce délku půlvlnné antény pro kmitočet 3 500 kHz, vyjde nám

$$l = \frac{150 \cdot 0,95}{3,5} = 40,71 \text{ m.}$$

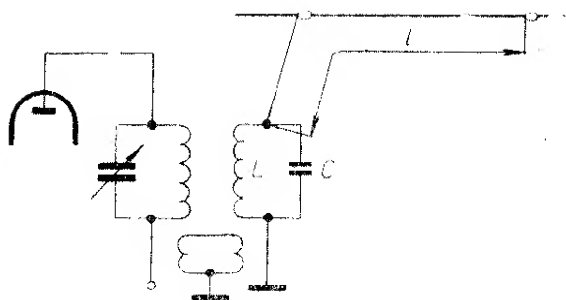
Podle stejného vzorce nám vyjde pro celovlnný zářič a kmitočet 7 MHz délka

$$l = \frac{150 \cdot 1,95}{7} = 41,78 \text{ m.}$$

Počítáme-li délky i pro další pásma, vyjde pro 14 MHz 42,32 m, pro 21 MHz 42,50 m a pro 28 MHz 42,60 m. Obvykle se volí délka 42,2 m. Anténa potom rezonuje v pásmech 14, 21 a 28 MHz, zatímco na 3,5 a 7 MHz je poněkud delší. Taková „všepásmová“ anténa je jen nouzovým řešením, přesto je však mezi radioamatéry značně oblíbena. Její připojení ke koncovému stupni vysílače je patrné z obr. 79.

#### Anténa typu Fuchs

Také tento typ antény je mezi amatéry velmi rozšířen a oblíben. Od dlouhadrátové antény L se liší zejména připojením k výstupu koncového stupně vysílače (obr. 80). Jak je vidět z obrázku, je anténa připojena na zvláštní obvod LC, vázaný indukčně s laděným obvodem koncového stupně vysílače. Tento obvod je navržen tak, aby měl velký poměr  $L/C$ .



Obr. 80. Připojení antény typu Fuchs ke koncovému stupni vysílače

Vhodné hodnoty jsou:

| Pásmo | $L$ [ $\mu\text{H}$ ] | $C$ [pF] – proměnný |
|-------|-----------------------|---------------------|
| 80 m  | 15                    | 200                 |
| 40 m  | 10                    | 100                 |
| 20 m  | 3,5                   | 50                  |
| 15 m  | 1,5                   | 50                  |
| 10 m  | 1                     | 50                  |

Délka zářiče je stejná jako u antény typu L a počítáme ji opět podle vzorce

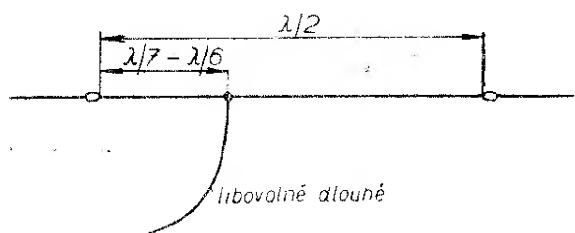
$$l = \frac{150 (n - 0,05)}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}].$$

#### Anténa typu Windom

Je to jednoduchá anténa, půlvlnný zářič. Její předností je, že může být napájena libovolně dlouhým jednodrátovým vedením (obr. 81). Délku zářiče vypočítáme ze vzorce

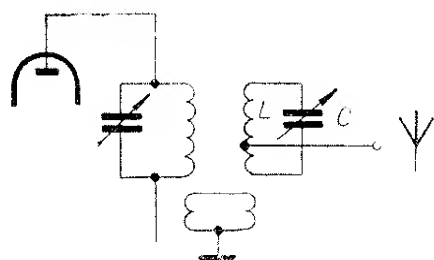
$$l = \frac{142\,500}{f} \quad [\text{m}; \text{kHz}].$$

Charakteristická impedance napájecího jednodrátového vedení závisí především



Obr. 81. Anténa typu Windom

na průměru použitého vodiče a kromě toho také na okolí, jímž vedení prochází. Použijeme-li vodič o průměru větším než 1,5 mm, můžeme počítat s přibližnou impedancí vedení kolem 600  $\Omega$ . Napáječ je připojen k anténě ve vzdálenosti asi  $\lambda/6$  až  $\lambda/7$  od konce zářiče (obr. 81). Přesné umístění musíme vyzkoušet. Při nastavování můžeme postupovat takto: napáječ prodloužíme o  $\lambda/4$  a tento kus umístíme tak, aby byl snadno dostupný. Určíme si na něm několik měřicích bodů a v nich měříme vf proud. Místo připojení napáječe k anténě měníme tak dlouho, až naměříme ve všech měřicích bodech stejný proud. Podobně lze měřit vf elektronkovým voltmetrem napětí podél prodloužovacího kusu napáječe. Je-li napětí ve všech bodech stejné, je napáječ připojen do správného místa. Po nastavení opět napáječ o přidaný kus  $\lambda/4$  zkrátíme.



Obr. 82. Připojení antény Windom ke koncovému stupni vysílače

Anténu typu Windom připojíme obvykle podle obr. 82. Indukčnost a kapacita přidaného laděného obvodu jsou stejné jako u antény typu Fuchs. Také na tomto laděném obvodu je třeba najít odbočku, na kterou lze napáječ připojit tak, aby to odpovídalo jeho impedanci 600  $\Omega$ . Proto vždy nejdříve nastavujeme tento obvod a teprve po optimálním doladění (na nejmenší zvlnění podél napáječe) hledáme optimální místo pro připojení napáječe k anténě.

Tuto anténu konstruujeme obvykle jako jednopásmovou.

#### Anténa Windom pro všechna pásma podle VS1AA

Této anténě se také říká „kompromisní“ anténa typu Windom. Průměr vodiče



napáječe je poloviční než průměr vodiče antény. Je použitelná pro všechna amatérská pásma, je však nutné počítat s jistým nepřizpůsobením na jednotlivých pásmech. Její rozměry jsou na obr. 83. Ke koncovému stupni vysílače se připojuje přes tzv. filtr Collins (článek II).

Anténa podobného typu, ale menších rozměrů je na obr. 84. Napáječ této antény má být 10 až 15 m dlouhý a slouží při provozu v pásmu 80 m jako část zářiče.

Výška všech antén typu Windom má být nejméně  $\lambda/2$  nad zemí. Napájecí vedení má být dlouhé nejméně  $\lambda/4$  a má být pokud možno maximálně vzdáleno od všech, zvláště vodivých překážek.

#### Anténa typu Y

Je to půlvlnný dipól, který využívá již zmíněné transformace Delta (viz str. 10). Délku zářiče vypočítáme ze vzorce

$$l = \frac{142\,500}{f} \quad [\text{m}; \text{kHz}].$$

Vzdálenost obou připojovacích bodů (symetrických ke středu zářiče) je dána vztahem (obr. 85)

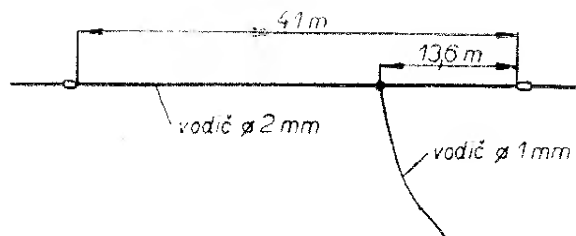
$$a = \frac{36\,000}{f} \quad [\text{m}; \text{kHz}]$$

a vzdálenost konce napáječe od zářiče

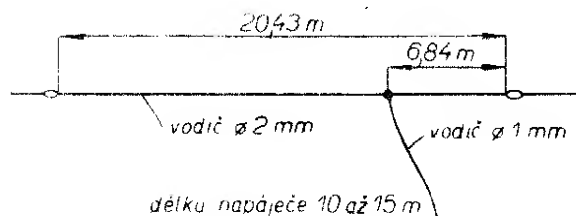
$$b = \frac{45\,100}{f} \quad [\text{m}; \text{kHz}].$$

Rozměry této antény pro jednotlivá amatérská pásma:

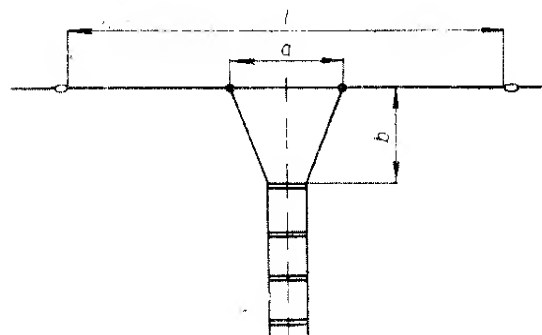
| Pásmo<br>[m] | $l$<br>[m] | $a$<br>[m] | $b$<br>[m] |
|--------------|------------|------------|------------|
| 80           | 40,10      | 10,15      | 12,70      |
| 40           | 20,25      | 5,10       | 6,42       |
| 20           | 10,10      | 2,55       | 3,21       |
| 15           | 6,73       | 1,70       | 2,14       |
| 10           | 5,03       | 1,28       | 1,61       |



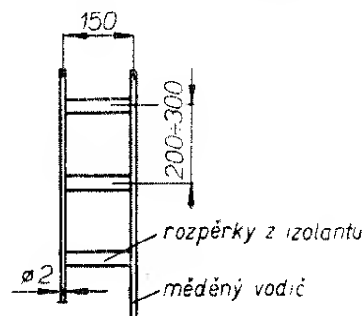
Obr. 83. Anténa VS1AA



Obr. 84. Anténa Windom pro všechna pásma

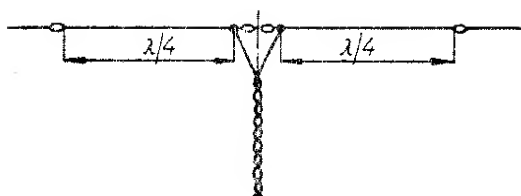


Obr. 85. Anténa typu Y



Obr. 86. Rozměry napáječe („žebříčku“) s impedancí 600  $\Omega$

K napájení této antény používáme tzv. žebříček o impedanci 600  $\Omega$ . Jeho rozměry jsou patrné z obr. 86. Snadno jej zhotovíme ze dvou měděných vodičů, které budeme udržovat v předepsané vzájemné vzdálenosti rozpěrkami z libovolné izolační hmoty (asi po každých 20 až 30 cm).



Obr. 87. Půlvlnný dipól napájený zkroucenou linkou

### Půlvlnný dipól

V místech, kde nepotřebujeme příliš dlouhý přívod od antény k vysílači, je vhodná tato anténa. Často se používá i k provozu z přechodného stanoviště. Je to jednoduchý půlvlnný dipól napájený linkou, zkroucenou ze dvou vodičů používaných pro síťové přívody (obr. 87). Taková linka má impedanci asi 100 Ω. Protože ovšem izolace vodičů nemá dobré vysokofrekvenční vlastnosti, jsou ztráty v tomto napájení značné a nedoporučuje se používat jej na vyšší kmitočty než 7 MHz.

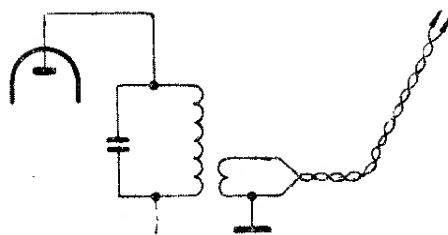
Ke koncovému stupni vysílače je napáječ připojen vazebním vinutím na cívec laděného obvodu (obr. 88).

### Skládaný dipól

Ačkoli tento typ antény se používá především na VKV, našel své uplatnění i pro krátké vlny. Jeho největší předností je poměrně velká šířka pásma. Může být napájen běžným dvouvodičem používaným pro VKV o impedanci kolem 300 Ω (dvoulinka). Jeho rozměry (obr. 89) pro jednotlivá pásma:

| Pásmo [m] | $L_Z$ [m] | $D$ [cm] |
|-----------|-----------|----------|
| 80        | 41,75     | 20       |
| 40        | 20,80     | 15       |
| 20        | 10,40     | 10       |
| 15        | 6,95      | 7        |
| 10        | 5,20      | 4        |

Pro provoz z přechodného stanoviště je možné takový skládaný dipól zhotovit celý z dvoulinky. Protože se zde však

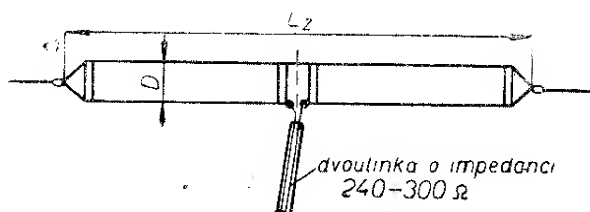


Obr. 88. Připojení zkroucené linky ke koncovému stupni vysílače

uplatňuje dielektrická konstanta izolační hmoty dvoulinky, je provedení dipólu poněkud odlišné. Zkracovací spojky jsou ve vzdálenosti  $0,08 \cdot \lambda/2$  od konců dipólu (obr. 90).

### Dvě vícepásmové antény se symetrickým napáječem

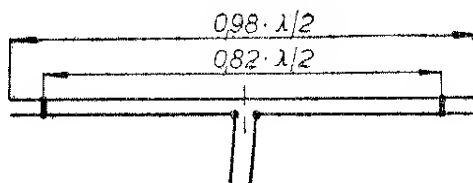
Na obr. 91 je anténa pro pásmo 40 a 20 m. Je napájena neladěným symetrickým napáječem o libovolné délce. Jeho



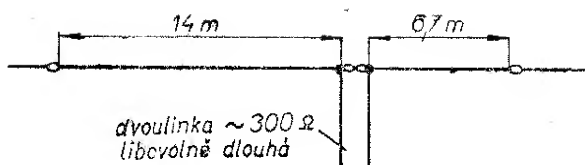
Obr. 89. Skládaný dipól

impedance je 300 Ω. Jako první popsal tuto anténu DL1BU. Pracuje na pásmu 40 m jako půlvlnná a na pásmu 20 m jako celovlnná. Na obou pásmech je dobře přizpůsobena k napájení.

Podobná anténa, avšak pro čtyři pásma, je na obr. 92. Je – podobně jako „všepásmová windomka“ – kompromisním řešením a na napájení vznikají stojaté vlny. K vysílači musí být připojena přes symetrický Collinsův člen. Je opět napájena symetrickým napáječem o charakteristické impedanci 300 Ω.



Obr. 90. Skládaný dipól z dvoulinky

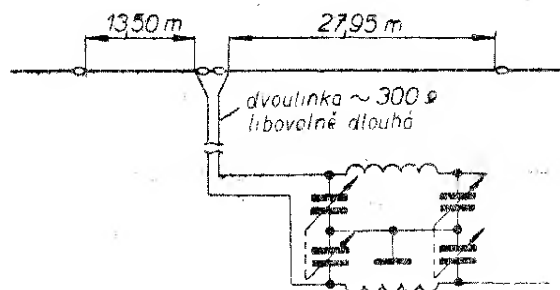


Obr. 91. Anténa pro 7 a 14 MHz podle DL1BU

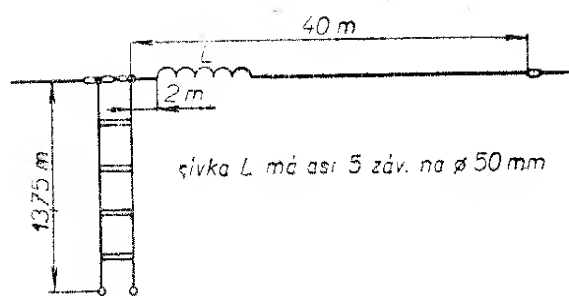
### Anténa pro všechna pásma podle DL7AB

Tato anténa vtipně řeší zmíněný nedostatek jednoduché antény L, totiž že není stejně dlouhý (geometricky) zářič délky  $\lambda/2$  pro kmitočet 3,5 MHz jako zářič délky  $\lambda$  pro kmitočet 7 MHz atd. (viz str. 31) a zářič jedné určité délky nemůže proto rezonovat na všech amatérských pásmech. Anténa DL7AB využívá prodlužovacího účinku cívky, zapojené do série se zářičem (obr. 93). Největší prodlužovací účinek má cívka tehdy, leží-li v kmitně proudu. Čím více je od tohoto bodu vzdálena, tím má menší prodlužovací účinky. Umístíme-li cívku do kmitny proudu pro pásmo 10 m, má na tomto pásmu největší prodlužovací účinek. To je také třeba, neboť rozdíl mezi geometrickými délkami  $\lambda/2$  pro pásmo 80 m a  $4\lambda$  pro pásmo 10 m je největší. Na pásmu 15 m leží pak cívka již kousek mimo maximum a tak se její prodlužovací účinek postupně zmenšuje v souladu s potřebou až k pásmu 80 m, kde již leží téměř v minimu proudu. Anténa je napájena laděným napáječem o délce 13,75 m. Podobně lze tohoto principu využít ke konstrukci symetrické antény (obr. 94).

Přesné umístění cívky a nastavení její indukčnosti je nejlépe řešit zkusmo. Můžeme postupovat např. takto: laděný



Obr. 92. Anténa pro čtyři pásma (80, 40, 20 a 10 m)

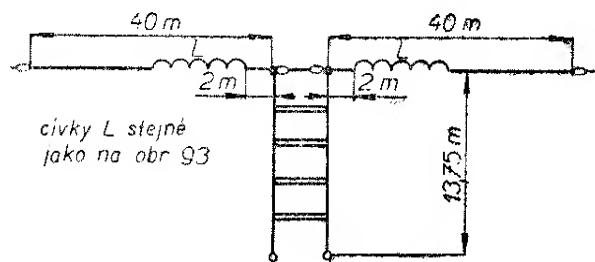


Obr. 93. Anténa DL7AB

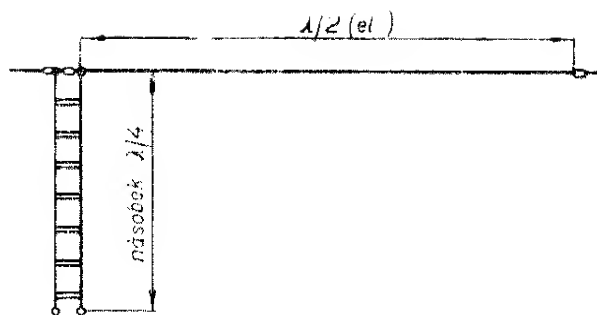
obvod koncového stupně vysílače doladíme bez zátěže (tj. bez připojení antény) do rezonance. Je-li anténa v rezonanci (na příslušném kmitočtu), projevuje se jen jako činný odpor. Po jejím připojení k vysílači musí tedy vzrůst proud koncového stupně, nesmí se však rozladit laděný obvod. Znamená to, že vyladění do rezonance musí nastat v téže poloze ladicího kondenzátoru jako při vyladění naprázdno, bez antény. Rozladí-li nám anténa koncový stupeň vysílače, je příliš krátká tehdy, musíme-li při doladění zvětšit kapacitu ladicího kondenzátoru. Naopak, musíme-li kapacitu kondenzátoru zmenšit, je anténa příliš dlouhá.

### Anténa typu Zeppelin

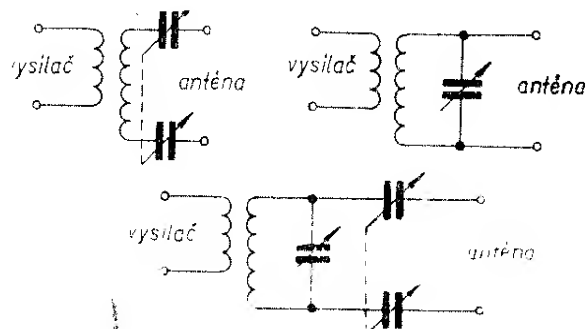
Patří rovněž mezi nejpoužívanější antény, zvláště u začátečníků. Je to půlvlnný zářič napájený laděným dvoudrátovým napáječem, jehož jeden vodič je připojen k zářiči a druhý končí naslepo (ale odizolován – obr. 95). Napájecí vedení má být násobkem délky  $\lambda/4$ . Při použití sudých násobků jsou na konci vedení u vysílače stejné poměry jako u antény, tj. maximum napětí. Při použití napáječe této délky mluvíme o napájení napětím. Použijeme-li liché násobky  $\lambda/4$ , jsou na konci napáječe poměry opačné než u zářiči-



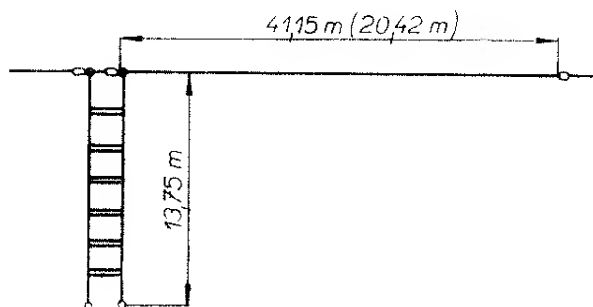
Obr. 94. Symetrická verze antény DL7AB



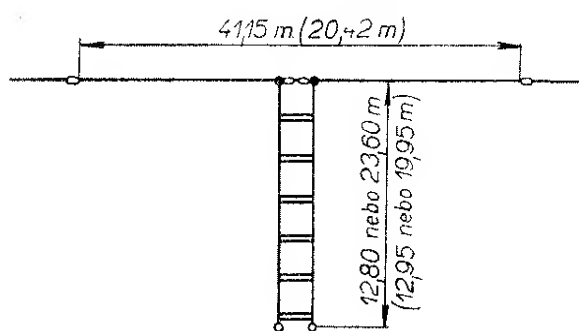
Obr. 95. Anténa typu Zeppelin



Obr. 96. Připojení antény typu Zeppelin ke koncovému stupni vysílače



Obr. 97. Anténa typu Zeppelin pro všechna pásma



Obr. 98. Souměrná anténa typu Zeppelin

če (tj. maximum proudu) a mluvíme o proudovém napájení. Napáječ připojíme ke koncovému stupni vysílače přes některý z článků na obr. 96.

#### Anténa typu Zeppelin pro všechna pásma

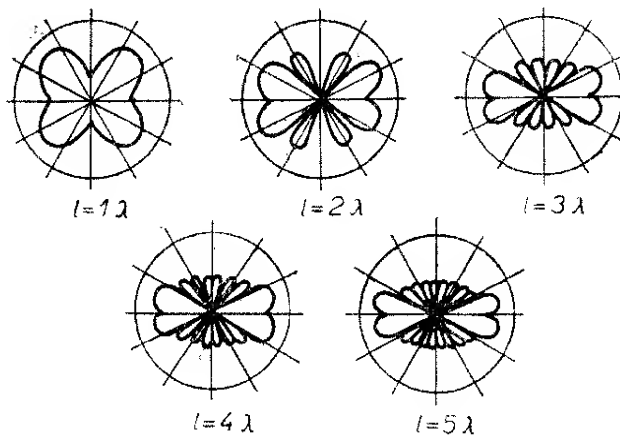
Opět kompromisním řešením je anténa tohoto typu pro všechna pásma podle obr. 97. Pro pásmo 80 až 15 m je napájena proudem, pro pásmo 10 m napětím. Pokud oželíme pásmo 80 m, lze zářič zkrátit na 20,42 m. Anténu připojujeme k vysílači laděným napáječem o délce 13,75 m.

„Dvojitá zeppelinka“ se říká anténě podle obr. 98. Pracuje jako všepásmová, délka napáječe je 12,8 nebo 23,6 m pro zářič dlouhý 41,15 m a 12,95 nebo 19,95 m pro zářič dlouhý 20,42 m. Připojujeme ji ke koncovému stupni přes symetrický článek II.

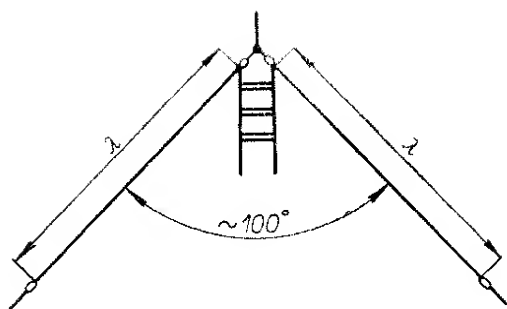
#### Anténa typu V

Dlouhohrátkové antény mají poměrně dobré směrové účinky (obr. 99). Spojíme-li dvě takové antény, které spolu svírají ostrý úhel, jejich směrový účinek se ještě zlepší. Takovým anténám říkáme antény typu V (obr. 100) a používají se většinou pro stálá spojení v určitém směru. Mezi amatéry nejsou příliš rozšířeny zvláště proto, že jejich stavba vyžaduje mnoho místa. Zvláštní předností této antény je malý vertikální vyzařovací úhel, což je výhodné především pro dálková spojení.

Na každém pásmu lze použít libovolně dlouhý neladěný napáječ a přizpůsobit jej



Obr. 99. Vyzařovací diagramy dlouhohrátkových antén o různých délkách



Obr. 100. Anténa typu V (pohled shora)

k anténě čtvrtvlnným vedením nebo jiným přizpůsobovacím obvodem. Zisk této antény je např. pro délku  $2\lambda$  4 dB, pro délku  $4\lambda$  6 dB, pro délku  $7\lambda$  9 dB. Vyzařovací diagram má tvar podle obr. 101.

#### Hvězdicová anténa

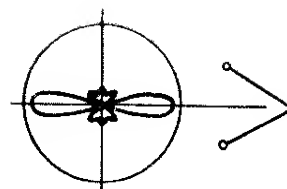
Má-li někdo větší pozemek, může si postavit anténu tohoto typu (obr. 102). Je to několik (4 až 8) dlouhohrátových antén, natažených z jednoho středu do různých směrů. Vhodným spojováním jednotlivých antén potom vytváříme „véčka“ a volíme tím potřebný směr vyzařování.

#### Anténa typu „ležaté H“ (Lazy H = Líný Heinrich)

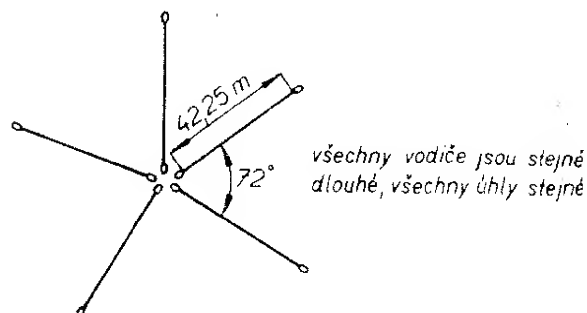
Tuto anténu tvoří dva celovlnné dipóly, umístěné ve vzdálenosti  $\lambda/2$  nad sebou (obr. 103). Oba dipóly jsou napájeny ve fázi. Připojení k vysílači je možné libovolně dlouhým neladěným napáječem, který je k anténě přizpůsoben čtvrtvlnným vedením. Teoretický zisk této antény je asi 5,8 dB. Prakticky jsou s touto anténou velmi dobré zkušenosti a dává lepší výsledky než ostatní antény se stejným teoretickým ziskem. Hlavní směr vyzařování je ve směru kolmo k zářičům, vyzařovací úhel v horizontální rovině je asi  $60^\circ$ . Impedance antény je asi  $2000\ \Omega$ . I u tohoto typu antény bylo nalezeno kompromisní řešení, umožňující provoz na více amatérských pásmech. Rozměry takové antény jsou na obr. 104. Pracuje dobře na 10, 15 a 20 m.

#### Kosočtverečná (rombická) anténa

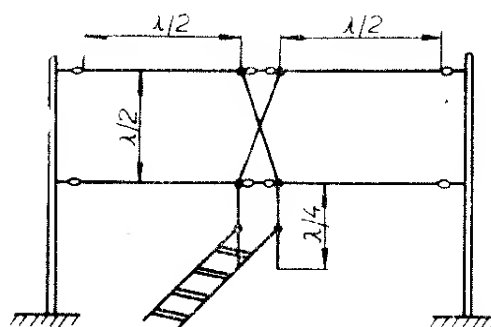
Spojením dvou antén typu V vznikne anténa rombická (obr. 105). Je to



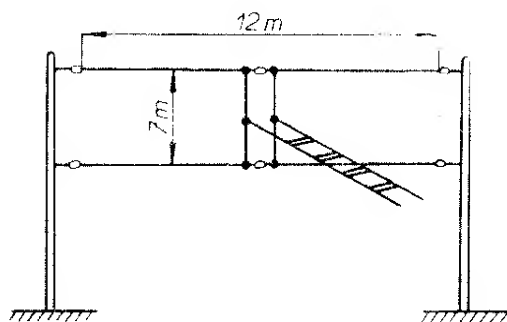
Obr. 101. Vyzařovací diagram antény typu V



Obr. 102. Hvězdicová anténa

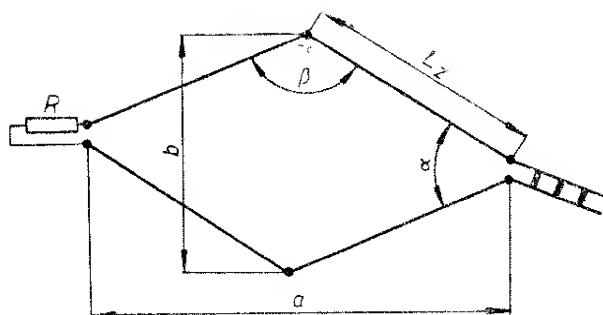


Obr. 103. Anténa typu „ležaté H“



Obr. 104. Anténa „ležaté H“ pro pásma 10, 15 a 20 m

nejúčinnější anténa, která se dá ještě zhotovit amatérskými prostředky; předpokládá však dostatek místa. Její výhodou je značná širokopásmovost, výborný směrový diagram a velký provozní zisk. Anténa vyzařuje v obou směrech osy úhlu  $\alpha$ .



Obr. 105. Kosočtverečná anténa (rombická)

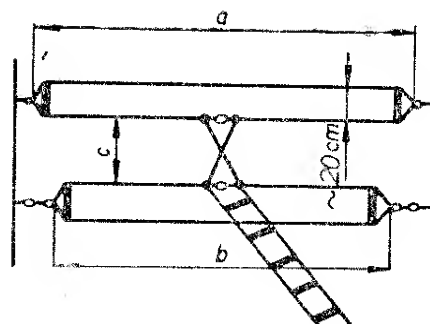
Potřebný úhel zářičů a zisk antény pro jednotlivé délky zářičů:

| Délka zářiče [λ] | Úhel α | Zisk [dB] |
|------------------|--------|-----------|
| 1                | 105°   | 6,5       |
| 1,5              | 85°    | 7         |
| 2                | 73°    | 7,5       |
| 2,5              | 64°    | 8         |
| 3                | 58°    | 8,5       |
| 4                | 50°    | 9,5       |

Propojíme-li oba volné konce antény odporem asi 750 až 800 Ω, získáme systém vyzařující jen jedním směrem. Díky širokopásmovosti této antény nezáleží příliš na přesnosti při měření délky zářičů; přesně je ovšem nutné odměřit úhly, které

Tab. 13.

| Pásmo [m] | El. délka [λ] | Délka zářiče $L_Z$ [m] | Úhel α [°] | Úhel β [°] | a [m] | b [m] | Zisk [dB] |
|-----------|---------------|------------------------|------------|------------|-------|-------|-----------|
| 40        | 1             | 41,5                   | 111        | 69         | 47    | 68,5  | 5,2       |
|           | 1,5           | 63                     | 91         | 89         | 88,5  | 90    | 6,8       |
| 20        | 1             | 20,8                   | 111        | 69         | 24    | 34,5  | 5,2       |
|           | 1,5           | 31,5                   | 91         | 89         | 44,5  | 45    | 6,8       |
|           | 2             | 42                     | 76         | 104        | 66,5  | 52    | 8         |
| 15        | 1             | 13,8                   | 111        | 69         | 15,7  | 22,8  | 5,2       |
|           | 1,5           | 21                     | 91         | 89         | 29,5  | 30    | 6,8       |
|           | 2             | 28                     | 76         | 104        | 44,5  | 34,5  | 8         |
| 10        | 1             | 10,2                   | 111        | 69         | 11,6  | 17    | 5,2       |
|           | 1,5           | 15,6                   | 91         | 89         | 22    | 22,3  | 6,8       |
|           | 2             | 21                     | 76         | 104        | 33,1  | 26    | 8         |



Obr. 106. ZL-beam

mají svírat. Anténa by měla být minimálně ve výšce  $\lambda/2$  nad zemí.

Impedance antény v napájecím bodě je asi 800 Ω. K jejímu napájení tedy můžeme použít libovolně dlouhé vedení o této charakteristické impedanci. Vyhoví zde bez znatelných ztrát i obvyklý žebříček o impedanci 600 Ω.

Zakončovací odpor 800 Ω musí být bezindukční a bezkapacitní, dimenzovaný alespoň na polovinu výkonu vysílače. Při menších výkonech jej lze realizovat paralelním spojením několika hmotových odporů o příslušné zatížitelnosti. Musí být ukryt ve vodotěsné skřínce a měl by být snadno dostupný.

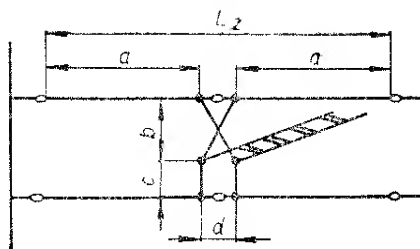
Rozměry pro jednotlivá pásma a délky zářiče  $\lambda$ ,  $1,5\lambda$ ,  $2\lambda$  (více si snad nikdo nemůže dovolit) k obr. 105 jsou v tab. 13.

### ZL-beam

Tento anténní systém používá dva skládané dipóly, z nich jeden jako napá-

Tab. 14.

| Pásmo<br>[m] | <i>a</i><br>[m] | <i>b</i><br>[m] | <i>c</i><br>[m] |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 40 m         | 21,7            | 20,57           | 5,16            |
| 20 m         | 10,85           | 10,3            | 2,58            |
| 15 m         | 7,24            | 6,85            | 1,72            |
| 10 m         | 5,39            | 5,09            | 1,29            |



Obr. 107. W8JK-beam

## HB9CV-beam

jený reflektor. Má poměrně dobrý směrový účinek, zisk až 4,5 dB a nezabere tolik místa jako antény typu V a romboické. Konstrukce antény je na obr. 106. Jednotlivé díly mají pro amatérská pásma rozměry podle tab. 14.

Impedance antény v místě napájení je asi 90 Ω. V případě nutnosti lze použít i běžný souosý kabel o impedanci 70 Ω, lepší je však použít při volbě jiného napáječe než 90 Ω přizpůsobení transformací.

## W8JK-beam

Tato anténa je částečně podobná předcházející. Skládá se ze dvou jednoduchých celovlnných dipólů (obr. 107). Vyzářuje v obou směrech kolmo k zářičům. Její zisk je závislý na odstupu obou dipólů; při odstupu  $\lambda/4$  je asi 5,5 dB, při odstupu  $\lambda/8$  asi 6,2 dB. Anténa má velkou impedanci a k jejímu napájení se obvykle používá laděný napáječ. Rozměry k obr. 107 pro jednotlivá pásma jsou v tab. 15.

Tab. 15.

| Pásmo<br>[m] | <i>L<sub>Z</sub></i><br>[m] | <i>a</i><br>[m] | <i>b</i><br>[m] | <i>c</i><br>[m] | <i>d</i><br>[m] | Zisk<br>[dB] |
|--------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| 40           | 36,14                       | 17,77           | 2,44            | 2,53            | 0,6             | 6,2          |
|              | 31,06                       | 15,23           | 5,00            | 5,07            | 0,6             | 5,6          |
| 20           | 17,98                       | 8,79            | 1,20            | 1,26            | 0,4             | 6,2          |
|              | 15,46                       | 7,53            | 2,48            | 2,52            | 0,4             | 5,6          |
| 15           | 12,06                       | 5,88            | 0,78            | 0,84            | 0,3             | 6,2          |
|              | 10,38                       | 5,04            | 1,64            | 1,68            | 0,3             | 5,6          |
| 10           | 8,96                        | 4,38            | 0,60            | 0,63            | 0,2             | 6,2          |
|              | 7,70                        | 3,75            | 1,23            | 1,25            | 0,2             | 5,6          |

Tato dvouprvková anténa je také známa pod názvem „Švýcarský beam“, především z provozu na VKV. Je to samonosná konstrukce z trubek a je proto vhodná zvláště pro vyšší amatérská pásma. Zisk antény je až 4,5 dB. Anténu tvoří dva jednoduché půlvlnné dipóly napájené článkem T (obr. 108).

Rozměry jsou v tab. 16.

Průměr trubek je ve všech případech 20 až 30 mm. Impedance antény v napájecím bodě je 150 Ω.

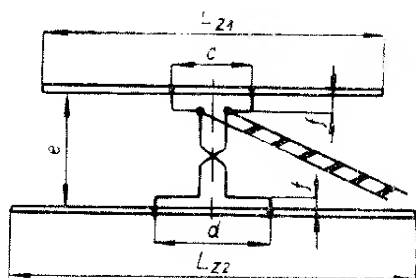
## Dipól napájený souosým kabelem

Souosý kabel můžeme použít i k napájení krátkovlnných antén (na VKV je to běžné). Velmi snadno pak sestavíme jednoduchou anténu podle obr. 109. Délku zářiče – půlvlnného dipólu – vypočítáme podle známého vzorce

$$l = \frac{142\,500}{f} \quad [\text{m}; \text{kHz}].$$

Tab. 16.

| Pásmo<br>[m] | $L_{Z_1}$<br>[m] | $L_{Z_2}$<br>[m] | $c$<br>[m] | $d$<br>[m] | $e$<br>[m] | $f$<br>[m] |
|--------------|------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| 20           | 9,6              | 10,4             | 1,32       | 1,43       | 2,65       | 0,12       |
| 15           | 6,42             | 6,95             | 0,88       | 0,96       | 1,77       | 0,09       |
| 10           | 4,77             | 5,13             | 0,65       | 0,71       | 1,32       | 0,06       |

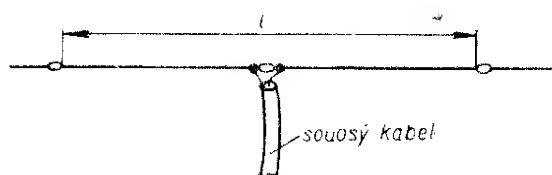


Obr. 108. HB9CV-beam

Mnohý si teď však řekne, že to neodpovídá teorii z kapitoly o přizpůsobování napáječe k anténě. Jde o napájení symetrické antény – dipólu – nesymetrickým napáječem. V praxi se ovšem ukázalo, že na krátkých vlnách to nemá významnější negativní důsledky. Přesto lze však udělat symetrizaci některým ze způsobů uvedených na str. 11.

#### Anténa pro všechna pásma napájená jedním souosým kabelem

Jak je patrné z obr. 110, nejde vlastně o žádnou speciální „všepásmovou anténu“, ale o pět půlvlnných dipólů (pro každé pásmo jeden), spojených navzájem a napájených jediným souosým kabelem o impedanci 70  $\Omega$ . Délky jednotlivých zářičů vypočítáme opět podle předcházejícího vzorce. Nevýhodou této antény je větší váha a nesnadná mechanická kon-

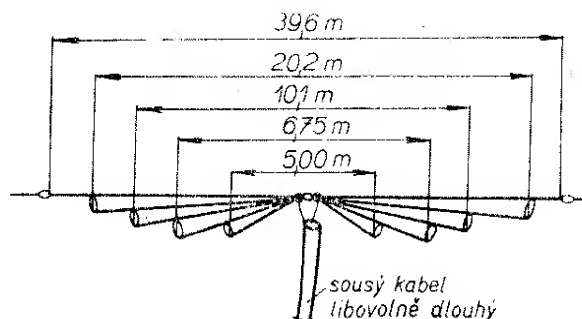


Obr. 109. Dipól napájený souosým kabelem

strukce, výhodami napájení jediným kabelem a poměrně malá náročnost na prostor.

#### Anténa W3DZZ

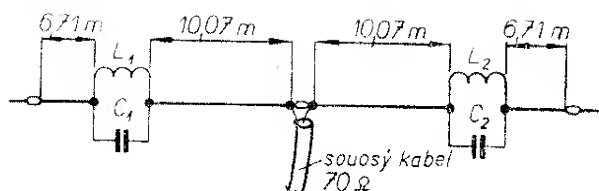
Je to jedna z nejlepších a nejoblíbenějších drátových antén pro všechna amatérská pásma (obr. 111). Její konstrukce vyžaduje minimální místo a při dodržení udaných rozměrů není nutné žádné dodatečné nastavování. Napájení souosým kabelem zaručuje minimální rušení rozhlasu a televize. Rezonanční kmitočty antény leží na 3,7 MHz, 7,5 MHz, 14,1 MHz, 21,2 MHz a 28,4 MHz. V pásmu 80 m pracuje anténa jako půlvlnný dipól. Její délka 33,56 m je sice méně než  $\lambda/2$  v tomto pásmu, cívky  $L_1$  a  $L_2$  však prodlužují elektrickou délku antény tak, že rezonuje na kmitočtu 3,7 MHz. V pásmu 40 m pracují laděné obvody  $L_1$ ,  $C_1$  a  $L_2$ ,  $C_2$  jako hradlové obvody pro kmitočet 7,5 MHz a z délky antény se tedy uplatní jen  $2 \times 10,07$  m. Anténa tedy pracuje na 7 MHz opět jako půlvlnný dipól. Na pásmu 20 m je celková délka 33,56 m zkrácena kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$  na zářič elektrické délky  $1,5 \lambda$ , na pásmech 15 a 10 m je prodlužována cívkami  $L_1$  a  $L_2$  na  $2,5$ , popř.  $3,5 \lambda$ .



Obr. 110. Anténa pro všechna pásma napájená souosým kabelem

$$40 \cdot \frac{1}{69} R_K$$



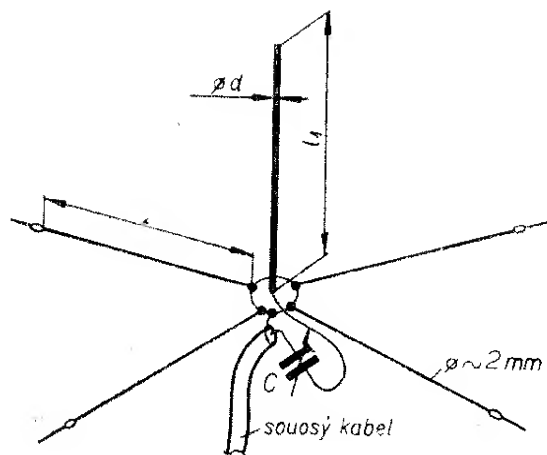


Obr. 111. Anténa W3DZZ

Cívky  $L_1$  a  $L_2$  musí mít indukčnost  $8,3 \mu\text{H}$ , kapacita kondenzátorů je  $60 \text{ pF}$ . Rezonanční kmitočet obvodu musí být přesně  $7050 \text{ kHz}$ . Indukčnost  $8,3 \mu\text{H}$  získáme např. navinutím 19 závitů drátu o  $\varnothing 1$  až  $2 \text{ mm}$  na průměr  $50 \text{ mm}$  tak, aby délka vinutí byla  $80 \text{ mm}$ . Je třeba, aby cívka měla co největší činitel jakosti. Celý obvod je nejlépe uzavřít do vodotěsné krabičky, aby netrpěl rozmary počasí.

Anténa nemá na žádném pásmu horší poměr stojatých vln než  $2:1$ , na vyšších pásmech se blíží poměru  $1:1$ .

Napájecí kabel o impedanci  $70 \Omega$  může být až  $25 \text{ m}$  dlouhý. Dalšího zlepšení dosáhneme, napájíme-li anténu symetrickým stíněným kabelem, který má impedanci kolem  $120 \Omega$ .



Obr. 112. Anténa typu „Ground Plane“

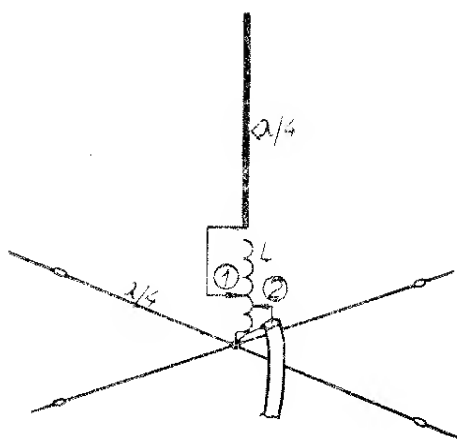
## Vertikální antény

### Anténa „Ground Plane“

Je mezi radioamatéry nejrozšířenější vertikální anténou. Jejím velkými výhodami jsou malý vertikální vyzařovací úhel (což je zvláště vhodné pro dálková spojení) a kruhový horizontální vyzařovací diagram (tj. všesměrové vyzařování).

Tab. 17.

| Pásmo<br>[m] | d<br>[mm] | Délka zářiče $l_1$ pro kabel |                    |                    |                    | $l_2$<br>[m] | C<br>[pF] |
|--------------|-----------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|-----------|
|              |           | 52 $\Omega$<br>[m]           | 60 $\Omega$<br>[m] | 70 $\Omega$<br>[m] | 75 $\Omega$<br>[m] |              |           |
| 40           | 2         | 11,86                        | 12,40              | 12,99              | 13,11              | 10,40        | 250       |
|              | 6         | 11,85                        | 12,39              | 12,98              | 13,10              | 10,40        | 250       |
|              | 10        | 11,83                        | 12,36              | 12,95              | 13,07              | 10,40        | 250       |
|              | 20        | 11,77                        | 12,30              | 12,88              | 13,00              | 10,40        | 250       |
|              | 40        | 11,64                        | 12,17              | 12,75              | 12,86              | 10,40        | 250       |
| 20           | 2         | 5,93                         | 6,20               | 6,52               | 6,58               | 5,20         | 150       |
|              | 6         | 5,91                         | 6,19               | 6,51               | 6,56               | 5,20         | 150       |
|              | 10        | 5,90                         | 6,18               | 6,50               | 6,55               | 5,20         | 150       |
|              | 20        | 5,88                         | 6,15               | 6,47               | 6,53               | 5,20         | 150       |
|              | 40        | 5,76                         | 6,02               | 6,34               | 6,40               | 5,20         | 150       |
| 15           | 2         | 3,96                         | 4,14               | 4,34               | 4,40               | 3,49         | 130       |
|              | 6         | 3,95                         | 4,13               | 4,32               | 4,39               | 3,49         | 130       |
|              | 10        | 3,91                         | 4,09               | 4,27               | 4,34               | 3,49         | 130       |
|              | 20        | 3,87                         | 4,05               | 4,23               | 4,30               | 3,49         | 130       |
|              | 40        | 3,83                         | 4,01               | 4,19               | 4,25               | 3,49         | 130       |
| 10           | 2         | 2,97                         | 3,11               | 3,26               | 3,29               | 2,62         | 100       |
|              | 6         | 2,94                         | 3,08               | 3,22               | 3,25               | 2,62         | 100       |
|              | 10        | 2,92                         | 3,05               | 3,20               | 3,23               | 2,62         | 100       |
|              | 20        | 2,89                         | 3,02               | 3,16               | 3,19               | 2,62         | 100       |
|              | 40        | 2,84                         | 2,97               | 3,11               | 3,14               | 2,62         | 100       |



Obr. 113. Zkrácená GP anténa

Skládá se z vertikálního zářiče elektrické délky  $\lambda/4$  a tzv. umělé země, kterou tvoří větší počet vodičů délky rovněž  $\lambda/4$ , natažených paprskovitě kolem zářiče kolmo k němu (obr. 112). Ve většině případů se používají k vytvoření umělé země čtyři paprsky. Na volných koncích jsou izolovaně upevněny, ve středu jsou spojeny a připojujeme na ně jeden konec napájecího vedení. Při správném přizpůsobení k napáječce má anténa o něco větší zisk než dipól  $\lambda/2$ . Její impedance je velmi malá – kolem  $30 \Omega$ , proto musíme napáječ vždy přizpůsobit některým z transformačních členů, nejčastěji otevřeným čtvrtvlnným vedením.

Zvětšení impedance antény na  $50$  až  $60 \Omega$  lze dosáhnout také natočením paprsků do úhlu  $135^\circ$  vzhledem k zářiči (místo obvyklých  $90^\circ$ ). To má však současně vliv na vertikální vyzařovací úhel, který pak již není tak příznivý.

Abychom se vyhnuli použití transformačního členu, který stavbu antény a její nastavování komplikuje, můžeme volit cestu zvětšení impedance antény prodloužením zářiče. Tím ovšem přestane být na daném kmitočtu v rezonanci a musíme do série se zářičem připojit kondenzátor, který zkrátí anténu na potřebnou elektrickou délku. Tato konstrukce má tu výhodu, že umožňuje při použití otočného kondenzátoru skutečně přesné přizpůsobení antény k napáječce. Vnitřní vodič souosého kabelu se připojuje ke kondenzátoru, vnější vodič (opletení) ke spojnému paprskům umělé země.

Rozměry antény „Ground Plane“ podle obr. 112 jsou v tab. 17.

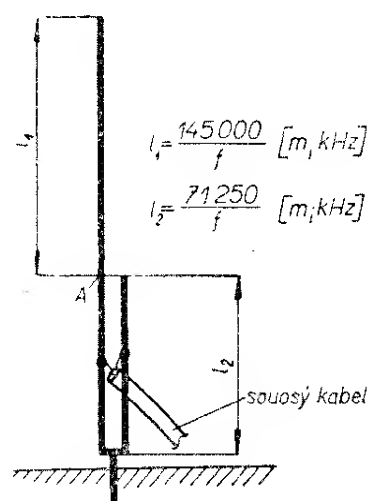
Průměr vodiče, z něhož zhotovujeme paprsky umělé země, volíme asi  $2 \text{ mm}$ .

### Zkrácená GP anténa

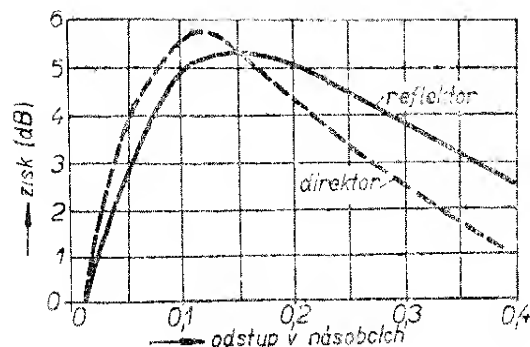
Je další modifikací antény Ground Plane. Používá se jednak pro nižší amatérská pásma, kde realizace délky  $\lambda/4$  již činí potíže, jednak u přenosných zařízení, kde plná délka by byla neúnosná vzhledem k rozměrům zařízení. Je to ovšem kompromisní řešení, takže výkon vyzářený touto anténou je menší než výkon vyzářený anténou se čtvrtvlnným nebo delším zářičem.

Vlastní zářič je kratší než  $\lambda/4$  (podle daných možností). Aby byl v rezonanci na požadovaném kmitočtu, je elektricky prodloužen cívkou  $L$  (obr. 113). Na odbočku této cívky je také pro impedanční přizpůsobení k anténě připojen napáječ.

Nastavení antény je velmi jednoduché. Ocejchovaným měřičem rezonance (GDO) změříme (přiblížením k cívce  $L$ ) rezonanční kmitočet antény a posunutím odbočky  $1$  doladíme anténu na potřebný kmitočet. Potom připojíme napáječ na odbočku  $2$  a nastavíme největší vyzařování antény (kontrolujeme měřičem síly pole v dostatečné vzdálenosti od antény).



Obr. 114. Anténa typu J

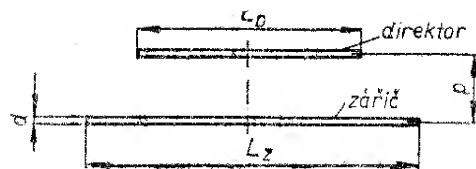


Obr. 115. Závislost zisku antény na odstupu pasivního prvku od zářiče

### Anténa typu J

Je další variantou antény Ground Plane. Má ve srovnání s ní výhodu v tom, že zářič je galvanicky uzemněn a nepotřebuje umělou zem vytvořenou z paprsku  $\lambda/4$  jako předcházející antény. Její nevýhodou jsou velké rozměry; proto asi přijde v úvahu jen pro pásmo 28 MHz (a samozřejmě VKV). Uspořádání antény je na obr. 114. Půlvlnný zářič je připojen na čtvrtvlnné uzavřené vedení, jehož zkratovaný konec je uzemněn. Prostřednictvím tohoto vedení můžeme potom k zářiči připojit napájecí vedení o libovolné impedanci. Na čtvrtvlnném vedení totiž najdeme místo s jakoukoli impedancí, od několika tisíc  $\Omega$  u paty zářiče až prakticky k nule u zkratovaného konce.

Délku půlvlnného zářiče vypočítáme ze vztahu



Obr. 116. Dvouprvková anténa Yagi

$$l = \frac{145\,000}{f} \quad [\text{m}; \text{kHz}],$$

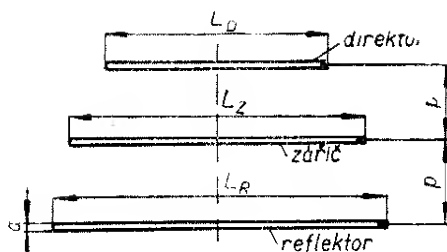
zatímco délka čtvrtvlnného vedení (z trubek) je

$$l = \frac{71\,250}{f} \quad [\text{m}; \text{kHz}].$$

Při nastavování antény postupujeme takto: čtvrtvlnné vedení uděláme poněkud delší a zkratujeme jeho konce jen provizorně. Do blízkosti takto zhotovené antény umístíme pomocnou anténu (dipól), napájenou z vysílače na žádaném kmitočtu. K patě zářiče (bod A) připevníme doutnavku a posouváním zkratu po čtvrtvlnném vedení vyhledáme její největší svit. Tím je anténa nastavena do rezonance. Nyní již pomocnou anténu nepotřebujeme. Připojíme k anténě napáječ a posouváme jím tak, aby doutnavka umístěná ve stejném místě jako předtím opět maximálně svítila. V takto nalezeném místě napáječ připevníme trvale.

Tab. 18.

|                               | Pásmo    |          |          |
|-------------------------------|----------|----------|----------|
|                               | 20 m     | 15 m     | 10 m     |
| Rezonanční kmitočet [MHz]     | 14,150   | 21,200   | 28,100   |
| $L_Z$ [m]                     | 10,24    | 6,83     | 5,16     |
| $L_D$ [m]                     | 9,66     | 6,34     | 4,86     |
| $p$ [m]                       | 2,59     | 1,70     | 1,31     |
| $d$ [mm]                      | 35       | 25       | 25       |
| Zisk [dB]                     | 5 až 5,5 | 5 až 5,5 | 5 až 5,5 |
| Vyzařovací odpor [ $\Omega$ ] | 18       | 18       | 18       |
| Činitel zpětného příjmu [dB]  | 10 až 15 | 10 až 15 | 10 až 15 |
| Činitel stojaté vlny          | 1 : 1,3  | 1 : 1,3  | 1 : 1,2  |



Obr. 117. Tříprvková anténa Yagi

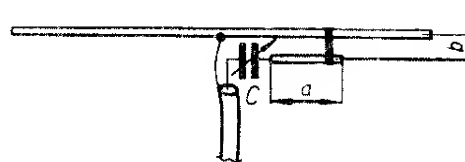
### Otočné směrové antény pro krátkovlnná pásma

#### Otočné antény s jedním pasivním prvkem

Antény s pasivními prvky se někdy označují také jako antény typu Yagi a jsou velmi oblíbené zvláště na VKV. Na krátkých vlnách však i přes značné rozměry nacházejí uplatnění pro dobré směrové vlastnosti.

Zisk antény s jedním reflektorem nebo direktorem v závislosti na jeho odstupu od zářiče lze vyčíst z grafu na obr. 115. Vyplývá z něj, že pro antény s jedním pasivním prvkem je výhodnější použití direktoru; jednak pro větší dosažitelný zisk, jednak pro menší odstup od zářiče a tedy i menší rozměry celé antény.

Základní uspořádání dvouprvkové antény Yagi je na obr. 116. Rozměry prvků



Obr. 118. Přizpůsobení antény Yagi k napájecí transformaci Gamma

pro jednotlivá amatérská pásma jsou v tab. 18.

#### Tříprvkové antény typu Yagi

Přidáním dalšího pasivního prvku – reflektoru – k předcházející anténě zvětšíme její zisk o další 2 až 3 dB. Opět však za cenu zvětšení rozměrů, takže tuto anténu pro pásmo 20 m si již může dovolit opravdu málokdo.

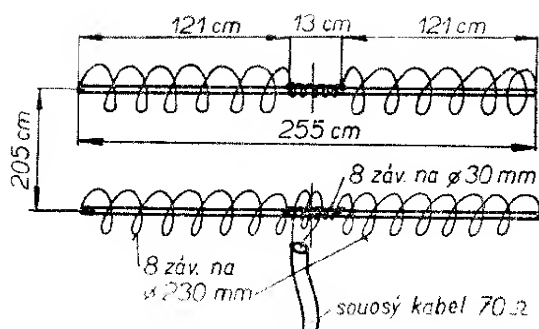
Uspořádání je na obr. 117 a její rozměry v tab. 19.

Všechny tyto údaje platí jen tehdy, je-li anténa umístěna nejméně ve výšce  $\lambda/2$  nad zemí. Jinak se uplatňuje vliv země a anténa ztrácí své dobré vlastnosti.

Oba popsané typy antény Yagi mají velmi malý vyzařovací odpor (kolem 20  $\Omega$ ). Nelze je tedy napájet přímo, protože kabel o tak malé impedanci neexistuje. Nejčastěji používané přizpůsobení je transformace Gamma. Uspořádání vhodné pro popsané antény je na obr. 118. Údaje

Tab. 19.

|                               | Pásmo    |         |          |
|-------------------------------|----------|---------|----------|
|                               | 20 m     | 15 m    | 10 m     |
| Rezonanční kmitočet [MHz]     | 14,150   | 21,200  | 28,200   |
| $L_Z$ [m]                     | 10,19    | 6,83    | 5,13     |
| $L_D$ [m]                     | 9,58     | 6,40    | 4,71     |
| $L_R$ [m]                     | 10,79    | 7,22    | 5,46     |
| $p$ [m]                       | 3,02     | 1,98    | 2,00     |
| $d$ [mm]                      | 35 až 40 | 25      | 35 až 40 |
| Zisk [dB]                     | 7        | 7       | 6,5 až 7 |
| Vyzařovací odpor [ $\Omega$ ] | 20       | 20      | 22       |
| Činitel zpětného příjmu [dB]  | 25       | 25      | 20       |
| Činitel stojaté vlny          | 1 : 1,4  | 1 : 1,4 | 1 : 1,3  |



Obr. 119. Mini-beam W8YIN

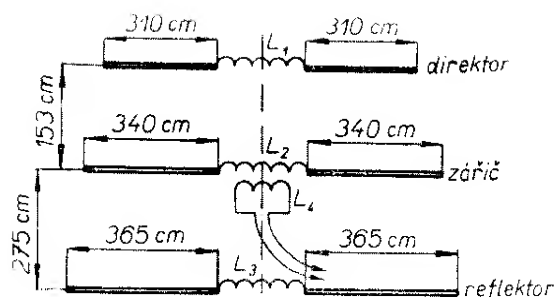
v tabulce platí pro odpor antény v rozmezí 15 až 30  $\Omega$  a impedanci kabelu 50 až 75  $\Omega$ .

| Pásmo [m] | a [m] | b [m] | $C_{\max}$ [pF] |
|-----------|-------|-------|-----------------|
| 40        | 3,00  | 0,22  | 250             |
| 20        | 1,70  | 0,16  | 150             |
| 15        | 1,20  | 0,14  | 80              |
| 10        | 0,80  | 0,10  | 50              |

Průměr přizpůsobovací trubky o délce  $a$  by měl být asi jedna čtvrtina až jedna třetina průměru trubky zářiče.

#### Mini-beam podle W8YIN

Je to v podstatě také dvouprvková anténa Yagi, její prvky jsou však stočeny do tvaru spirály, takže místo 10 m měří jen 2,55 m. Rozměry spirál a celé antény jsou zřejmé z obr. 119. Závity jsou vinuty kolem izolační tyče a drží je ve stálých roztečích izolované rozpěrky. Podle autora jsou oba prvky – napájený i nenapájený – stejně dlouhé. Vzhledem k jejich odstupu by bylo výhodnější, kdyby pasivní prvek byl kratší a zastával tedy funkci direktoru. Tohoto zkrácení lze také dosáhnout malou změnou indukčnosti cívky zapojené ve středu tohoto prvku. Anténu nastavujeme měřičem rezonance tak, aby zářič rezonoval na kmitočtu 14,1 MHz (stavíme-li anténu pro pásmo 20 m) a direktor by měl rezonovat na kmitočtu 15,4 MHz.



Obr. 120. Mini-beam VK2AOU

#### Mini-beam podle VK2AOU

I tato anténa vznikla ve snaze zmenšit rozměry „pocitivých“ dvou- a tříprvkových antén Yagi. Její zisk je stejně velký jako zisk běžné dvouprvkové antény Yagi. Má větší činitel zpětného příjmu a menší šířku pásma.

Rozměry antény jsou na obr. 120, cívky mají tyto údaje:

| Cívka | Počet závitů | Délka vinutí | Průměr cívky |
|-------|--------------|--------------|--------------|
| $L_1$ | 9            | 65 mm        | 60 mm        |
| $L_2$ | 11           | 80 mm        | 60 mm        |
| $L_3$ | 10           | 75 mm        | 60 mm        |
| $L_4$ | 3            | 50 mm        | 100 mm       |

Všechny cívky jsou vinuty měděným nebo postříbřeným vodičem o průměru větším než 3 mm.



Jednotlivé prvky nastavíme ještě před instalací antény měřičem rezonance tak, aby reflektor rezonoval na 13,4 MHz, zářič na 13,9 MHz a direktor na 15,2 MHz. Definitivně anténu nastavíme pokud možno až po její instalaci na střechu nebo na stožár. K napájení se používá souosý kabel o impedanci kolem 70  $\Omega$ .

## Měření na napáječích a anténách

### Určení činitele zkrácení na napáječi

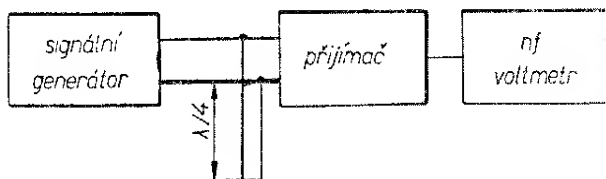
Abychom správně určili fyzickou délku čtvrt- nebo půlvlnného vedení, potřebujeme znát činitel zkrácení (rychlost šíření) na daném napáječi. Fyzickou délku potom dostaneme jako součin tohoto činitele zkrácení a elektrické délky.

K určení činitele zkrácení potřebujeme přijímač, měřicí generátor a voltmetr s velkým vstupním odporem. Přístroje propojíme podle obrázku 121. Přijímač je spojen s generátorem libovolným napáječem, který je na obou stranách alespoň přibližně přizpůsoben. Na výstup z detektoru přijímače (bez AVC) připojíme nejlépe elektronkový voltmetr. Ke vstupu přijímače připojíme paralelně k vedení spojujícímu přijímač a generátor kus měřeného napáječe o něco delší než je předpokládaná délka  $\lambda/4$ . Z generátoru přivádíme tak velký signál, abychom mohli pohodlně číst na stupnici měřicího přístroje. Měřený napáječ zkracujeme a na jeho konci zkratujeme tak dlouho, až dosáhneme maximální výchylky ručky na měřicím přístroji. Odpojením měřeného napáječe se nesmí údaj změnit. Prakticky zkratujeme a zkracujeme dvoulinku ostrým nožem, souosý kabel špendlíkem.

Ze zjištěné délky  $\lambda/4$  a ze známého kmitytočtu zjistíme činitel zkrácení ze vzorce

$$\alpha = \frac{4fl}{300} \quad [\text{MHz, m}],$$

kde  $f$  je použitý kmitočet a  $l$  zjištěná délka napáječe, odpovídající elektrické délce  $\lambda/4$ .



Obr. 121. Měření činitele zkrácení

Např. pro kmitočet 66 MHz byla naměřena délka 93,5 cm. Činitel zkrácení je tedy

$$\alpha = \frac{4 \cdot 66 \cdot 0,935}{300} = 0,82.$$

Tato metoda je ovšem jen přibližná. V praxi najdeme ve většině případů hodnoty činitele zkrácení v katalogu. U tuzemských výrobků je to 0,82 pro dvoulinku a 0,67 pro souosý kabel.

### Měření impedance napáječe

Impedance je nejdůležitějším parametrem napáječe. Podle doporučení Mezinárodní elektrotechnické komise (IEC) se u nás většinou používají napáječe o impedanci 75  $\Omega$  a 300  $\Omega$ . Přesto se vyskytuje mnoho různých napáječů, jejichž impedance se od těchto hodnot více nebo méně liší. Protože na dobrém přizpůsobení napáječe k anténě, popř. k přijímači nebo vysílači hodně záleží, potřebujeme znát impedanci použitého napáječe pokud možno přesně.

Jak již víme z kapitoly o napáječích, je charakteristická impedance napáječe dána přibližným vzorcem

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}},$$

kde  $L$  je indukčnost a  $C$  kapacita napáječe pro danou délku. Změříme tedy indukčnost a kapacitu libovolně dlouhého kusu napáječe (souosé a stíněné symetrické napáječe je možné měřit svinuté) a ze vzorce vypočítáme charakteristickou impedanci napáječe. Při měření indukčnosti připojíme jeden konec napáječe k měřicí a druhý spojíme dokrátka. Při měření kapacity je nepřipojený konec kabelu rozpojen.

Např. při určování impedance neznámého souosého kabelu byla naměřena u vzorku kapacita 150 pF a indukčnost 0,775  $\mu\text{H}$ . Z uvedeného vzorce vychází impedance

$$\begin{aligned} Z_0 &= \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{0,775 \cdot 10^{-6}}{150 \cdot 10^{-12}}} = \\ &= \sqrt{5,18 \cdot 10^3} = 72 \Omega. \end{aligned}$$

Jiným způsobem zjištění charakteristické impedance neznámého napáječe je výpočet ze změřené kapacity na jeden m délky a z činitele zkrácení. Rychlost šíření na napáječi je

$$v = 300\,000\alpha \quad [\text{km/s}],$$

jinak

$$v = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad [\text{m/s; H, F}].$$

Z posledního vzorce vyplývá

$$L = \frac{1}{v^2 C} \quad [\text{H; m/s, F}]$$

a dosazením do vzorce pro impedanci

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{vC} \quad [\Omega; \text{m/s, F}].$$

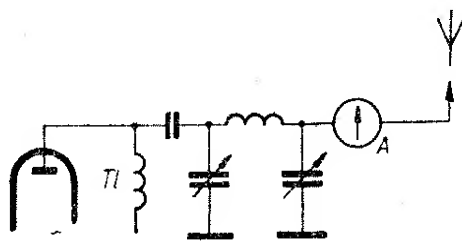
Např. u předcházejícího vzorku souosého napáječe, jehož činitel zkrácení je 0,67, byla naměřena kapacita 69 pF/m. Z toho je jeho impedance

$$Z_0 = \frac{1}{vC} = \frac{1}{3 \cdot 10^8 \cdot 0,67 \cdot 69 \cdot 10^{-12}} = 72 \, \Omega.$$

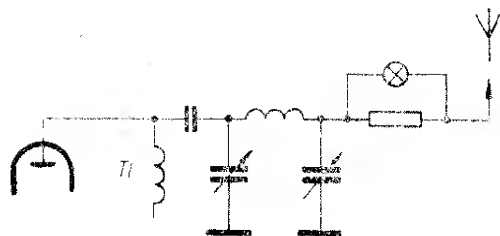
### Měření a nastavování rezonance antény

Aby anténa vyzářila co největší část přivedené energie, je třeba, aby na vysílacím kmitočtu rezonovala.

U antén s laděným napáječem není většinou nutné předběžně měřit rezonanční kmitočet antény. Přizpůsobovacím obvodem na straně vysílače (přijímače) můžeme doladit anténu i s napáječem do



Obr. 122. Měření anténního proudu



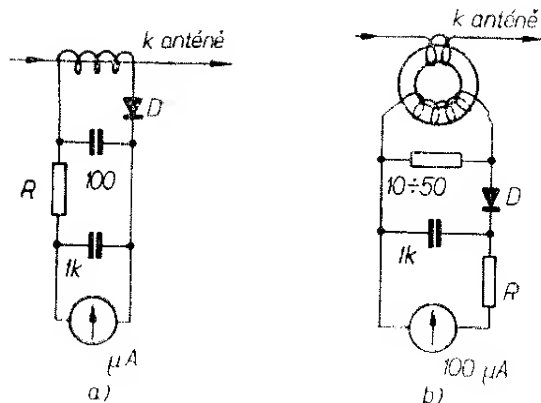
Obr. 123. Indikace anténního proudu žárovkou

rezonance, i když jsme se dopustili menší chyby v dodržení mechanických rozměrů antény. Podle toho, je-li anténa napájena v místě kmitny proudu nebo napětí a podle použité rezonanční délky napáječe nastavujeme rezonanci antény podle maximálního proudu nebo napětí (rozhodující samozřejmě je, je-li kmitna proudu nebo napětí v místě, kde chceme nebo můžeme měřit).

Přímé měření velikosti anténního proudu můžeme uskutečnit vysokofrekvenčními ampérmetry; jsou to obvykle citlivé přístroje s otočnou cívku a termokřížem. Jsou poměrně drahé a dost citlivé na přetížení. Zapojujeme je podle obr. 122.

Protože při nastavování rezonance hledáme maximální výchylku ručky měřidla a nepotřebujeme tedy prakticky měřit absolutní velikost proudu, používáme často ke zjištění maxima různé indikátory. Nejjednodušším indikátorem je malá žárovka, kterou zapojíme do série s anténou a paralelně k ní zapojíme bočník, omezující proud žárovkou na vhodnou velikost (obr. 123). Ladíme potom na maximální svit žárovky.

Další způsob indikace, jehož výhodou je, že nijak neovlivňuje anténní obvod, je na obr. 124. Proud tekoucí do antény indukuje v závitech cívky proud, který je usměrněn diodou *D* a indikován měřicím přístrojem. Cívku v obr. 124a tvoří křížové vinutí s velkým počtem závitů ve tvaru úzkého kotouče, jehož středem prochází přívod k anténě. Cívka z obr. 124b je navinuta na prstencovém jádru, nejlépe feritovém. Primární vinutí, jímž prochází anténní proud, tvoří jeden až tři závity tlustšího vodiče (1 mm nebo více). Sekundární vinutí je navinuto tenkým drátem o  $\varnothing$  0,1 mm CuP a má asi 20 až 30 závitů.

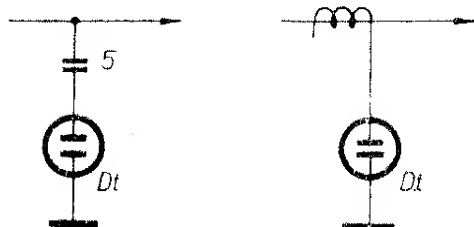


Obr. 124. Přípravky k indikaci anténního proudu

Potřebujeme-li indikovat napětí, je nej-jednodušší pomůckou doutnavka. Navá-žeme ji k danému místu buďto přes kon-дензátor 5 pF, nebo indukčně několika závitů kolem anténního přívodu (obr. 125). Amplituda měřeného napětí musí být větší než zapalovací napětí doutnavky, proto tento způsob nelze použít např. u tranzistorových zařízení. Přizpůsobovací obvod ladíme na maximální svit doutnavky.

Jiný způsob indikace napětí, tentokrát měřicím přístrojem, je na obr. 126. Část napětí se usměrní diodou *D* a přivede na měřicí ručkový přístroj, jehož rozsah je upraven předřadným odporem *R*. Kon-дензátory 1 nF paralelně k měřidlu mají za úkol svést do země všechny případné zbytky vysokofrekvenčního signálu a zamezit jejich proniknutí do měřidla. Místo odporu *R* je vhodné zapojit trimr a jeho natočením nastavit při praktickém používání přiměřenou výchylku ručky měřidla.

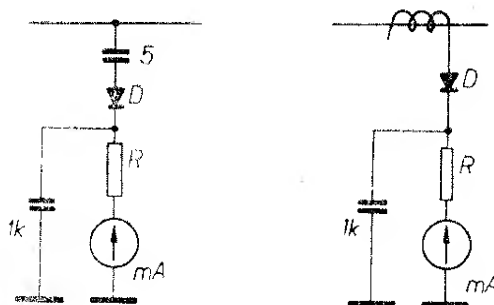
Poněkud jiná je situace při napájení antén neladěnými napáječi. Tam již není



Obr. 125. Použití doutnavky k indikaci vf napětí na anténě

možné přizpůsobit anténu „přes napáječ“, ale musí být k charakteristické impedanci napáječe přizpůsobena svými rozměry a konstrukcí přímo. Před jejím připojením k napáječi se přesvědčíme, rezonuje-li na požadovaném kmitočtu. Použijeme k tomu sací měřič, který přiblížíme k anténě v místě, kde je kmitná proudy (obr. 127). Zjistíme-li, že anténa rezonuje na rozdílném kmitočtu, než pro který ji potřebujeme, nezbyvá než změnit její mechanické rozměry. Rozhodně se nevyplatí smířit se s tímto stavem, protože taková anténa vyzáří (nebo přijme) jen zlomek přivedené energie.

Úzkopásmové antény nastavujeme výhradně na místě, kde budou instalovány.

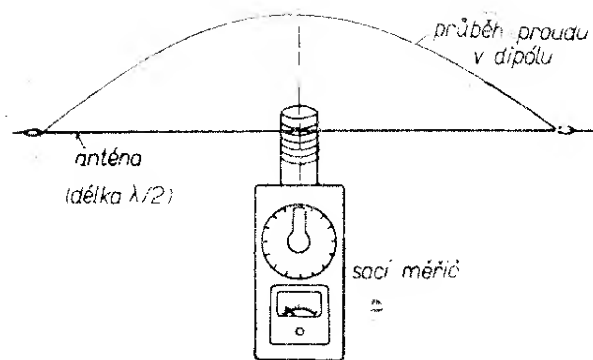


Obr. 126. Přípravky pro indikaci vf napětí

### Nasměrování antény

U drátových antén pro krátké vlny se obvykle musíme spokojit s takovou polo-hou antény, jakou umožňují vhodná upevňovací místa v okolí. U směrových antén pro rozhlas na VKV a televizní pří-jem však musíme nasměrovat anténu na ten vysílač, který chceme přijímat. Pro-tože síla signálu klesá s odchýlením od správného směru (jak vyplývá z diagra-mu směrovosti), je správné natočení anté-ny velmi důležité pro čistý příjem. Anté-nu nastavíme do správného směru nejlépe pomocí přijímače a měřicího přístroje, který připojíme na výstup detektoru (při odpojení AVC). Naladíme žádanou stanici a otáčením antény vyhledáme ma-ximální výchylku ručky na měřicím přís-troji. Komu se zdá tento postup příliš složitý, může nastavit anténu přibližně





Obr. 127. Měření rezonančního kmitočtu antény sacím měřičem

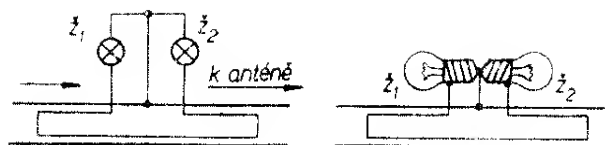
podle buzoly, zná-li přesně umístění žádaného vysílače, nebo jen podle hlasitosti přijímaného signálu.

### Kontrola přizpůsobení antény

Anténa je tehdy dobře přizpůsobena k napáječi, je-li její impedance stejná jako charakteristická impedance použitého napáječe. Protože impedance napáječe nezávisí na kmitočtu a je tedy reálná, může být anténa přesně přizpůsobena jen tehdy, je-li současně v rezonanci, protože jedině tehdy je její impedance také reálná. Některé jednoduché způsoby, jak uvést anténu do rezonance, jsme si již popsali.

V kapitole o napáječích jsme si řekli, že na napáječi vzniká postupná vlna jen tehdy, je-li zakončen odporem velikosti charakteristické impedance. Je-li zatěžovací impedance jiná, vznikají na napáječi stojaté vlny. Této skutečnosti využíváme ke kontrole přizpůsobení napáječe k anténě a k vysílači. Zjišťujeme napětový činitel stojaté vlny a podle něj usuzujeme na dokonalost přizpůsobení. Ideálem je přiblížit se poměru 1 : 1, tj. stavu bez stojaté vlny. V praxi klasifikujeme jako velmi dobré přizpůsobení až do napětového činitele stojaté vlny 1,5 : 1 a spokojíme se i s poměrem 2 : 1, zvláště u vícepásmových antén, které jsou vždy kompromisem.

Přibližnou informaci o přizpůsobení napáječe (nikoli však souosého kabelu) získáme doutnavkou. Pohybujeme-li jí podél napáječe stále ve stejné vzdálenosti, měla by intenzita světla co nejméně kolí-



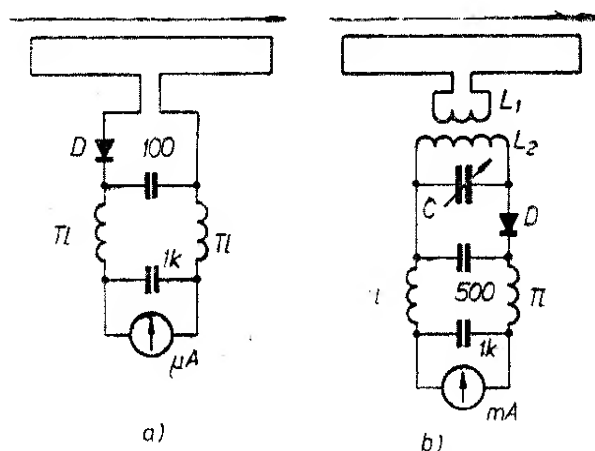
Obr. 128. Kontrola přizpůsobení antény dvěma žárovkami

sat. Podobně můžeme použít absorpční kroužek se žárovkou.

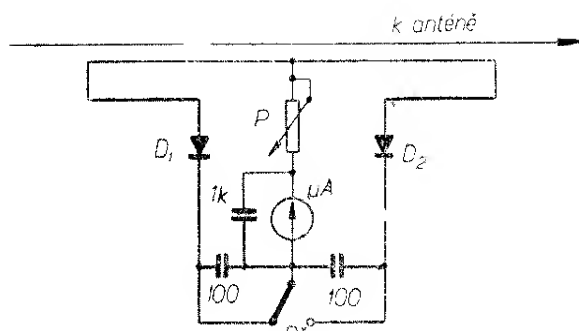
Velmi jednoduchý indikátor, který však dává velmi přesné výsledky, je na obr. 128. Používá dvě žárovky a smyčku o délce kolem  $\lambda/10$ , pokud možno ze stejného napáječe jako je ten, který měříme. Smyčka má tvar malého skládaného dipólu. Společný bod obou žárovek je co nejkratším vodičem spojen s bližším vodičem měřeného napáječe.

Výkon vysílače nastavíme tak, aby jas žárovek měl přibližně střední intenzitu. Bylo-li přizpůsobení předem přibližně vypočítáno, bude po zapojení žárovka  $\dot{Z}_1$  svítit více než  $\dot{Z}_2$ . Naší snahou bude nastavit přizpůsobovací člen (článek  $\Pi$  apod.) tak, aby žárovka  $\dot{Z}_2$  úplně zhasla a  $\dot{Z}_1$  svítila na plný jas. V tomto případě je napáječ dostatečně přesně přizpůsoben.

Při malých výkonech se někdy vůbec nepodaří žárovky rozsvítit. V tom případě je nahradíme hmotovými odpory přibližně 500  $\Omega$  a citlivým měřidlem měříme úbytek napětí, který na nich vzniká. Přizpůsobení je správné, je-li úbytek na odporu směrem k anténě co nejmenší (blízký nule).



Obr. 129. Přípravky pro měření stojatých vln



Obr. 130. Schéma reflektometru

Další dva přípravky, které slouží k určování činitele stojatých vln, jsou na obr. 129. Pohybujeme-li tímto přípravkem podél napáječe, mění se výchylka ručky měřicího přístroje. Poměr maximální a minimální výchylky určuje činitel stojatých vln. Snahou je, aby změny byly co nejmenší, tj. aby výchylka byla pokud možno podél celého napáječe stejná. Přípravek podle obr. 129b má rezonanční obvod laděný na použitý kmitočet a je proto citlivější. Smyčka je pro krátké vlny dlouhá 5 až 10 cm, diody jsou libovolné germaniové typy, tlumivky *Tl* jsou vinuty křížově a mají indukčnost asi 0,5 mH. Pro VKV stačí samonosné cívky bez jádra s 20 závitů měděného lakovaného drátu. Měřicí přístroj je nejlepší co nejcitlivější, vyhoví však ještě přístroj s plnou výchylkou 1 mA. Při přesném měření je třeba dodržet velmi přesně stálou vzdálenost od měřeného napáječe. Můžeme ji vymezit drážkou, do níž napáječ zasuneme, nebo podobným mechanickým způsobem.

### Reflektometr

Reflektometr je přístroj, jímž lze měřit činitel stojaté vlny. Využívá principu jednoduchého žárovkového indikátoru stojatých vln z obr. 128. Schéma zapojení je na obr. 130. Je v něm srovnáván výkon tekoucí do antény s výkonem odraženým. Přepínačem *P* přepínáme měření obou výkonů a jejich poměr udává činitel stojaté vlny. Reflektometr tedy patří mezi přípravky, které můžeme připojit trvale k napáječi. Chceme-li měřit stojaté vlny na souosém stíněném kabelu, musíme paralelní vodič měřicí smyčky podvléknout

pod stínění kabelu. V tomto provedení byl reflektometr popsán např. v AR 11/68 v návodu ke stavbě amatérského zařízení Z-styl.

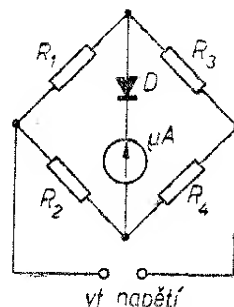
### Měření impedance napáječů a antén

Velmi rozšířeným a přitom velmi jednoduchým přípravkem k měření impedance napáječů a antén jsou vysokofrekvenční můstky. Základní schéma takového můstku je na obr. 131. Všechny odpory musí být čistě činné, tj. bez indukčních nebo kapacitních složek. Při vyvážení můstku, tj. má-li ručka měřicího přístroje v jeho diagonále nulovou výchylku, platí tyto vztahy:

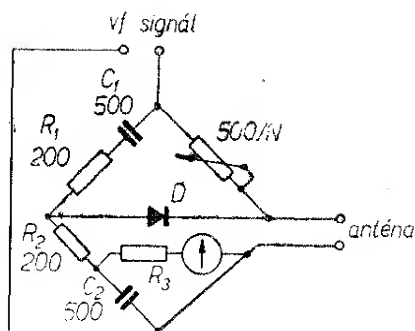
$$R_1 : R_2 = R_3 : R_4, \text{ popř. } R_1 : R_3 = R_2 : R_4.$$

Jak je tedy zřejmé, záleží hlavně na poměru jednotlivých odporů, méně již na jejich absolutní velikosti. Zapojíme-li místo  $R_4$  napáječ nebo anténu o neznámé impedanci a místo  $R_3$  bezindukční proměnný odpor, odpovídá při  $R_1 = R_2$  odpor nastavený na proměnném odporu  $R_3$  impedanci měřeného napáječe nebo antény. Znovu je třeba zdůraznit, že anténa má čistě činný odpor jen na rezonančním kmitočtu, takže měření musí být uskutečněno na tomto kmitočtu.

Praktické řešení anténního můstku ukazuje obr. 132. Je známé pod názvem „Antennascope“ a konstruktérem je americký radioamatér W2AEF. K napájení můžeme použít sací měřič, vysokofrekvenční měřicí generátor nebo jakýkoli jiný zdroj vysokofrekvenčního signálu požadovaného kmitočtu. Všechny



Obr. 131. Základní zapojení můstku



Obr. 132. „Antennascope“ podle W2AEF

spoje musí být co nejkratší, aby byl splněn předpoklad bezindukční konstrukce. Na velikosti odporů tolik nezáleží; místo 200  $\Omega$  lze použít i 150  $\Omega$  nebo 250  $\Omega$ ; důležité však je, aby  $R_1$  a  $R_2$  byly přesně stejné. Stejně i kapacity kondenzátorů  $C_1$  a  $C_2$  musí být shodné s tolerancí maximálně 1 %. Proměnný odpor má 500  $\Omega$ , aby obsáhl všechny obvyklé impedance. Kdo bude měřit jen antény napájené souosými napáječi, jejichž impedance je obvykle do 100  $\Omega$ , může použít proměnný odpor 100  $\Omega$ . Odpor  $R_3$  upravuje rozsah měřicího přístroje. Použijeme-li místo něj potenciometr, můžeme jím nastavit citlivost měřidla.

Na tomto přípravku můžeme kromě impedance měřit také např. činitel zkrácení. Postupujeme takto: proměnný odpor můstku nastavíme na nulu. Do svorek pro měřenou anténu připojíme kus neznámého napáječe, který na volném konci zkratujeme. Nyní měníme kmitočet signálu, jímž můstek napájíme, až je můstek vyvážen, tj. ručka měřidla vykazuje nulovou výchylku. Pro tento kmitočet má měřený kus napáječe elektrickou délku přesně  $\lambda/2$ . Činitel zkrácení vypočítáme podle vzorce

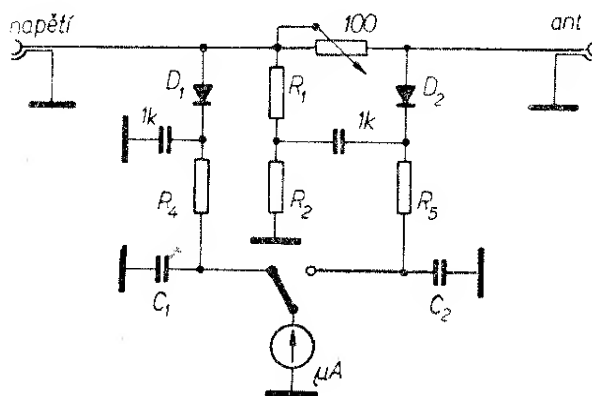
$$a = \frac{lf}{150} \quad [-; \text{m, MHz}].$$

Vezmeme např. souosý napáječ o délce 145 cm a můstek bude vyrovnaný při kmitočtu 69 MHz. Činitel zkrácení je tedy

$$a = \frac{lf}{150} = \frac{1,45 \cdot 69}{150} = 0,67.$$

## „Matchmaker“

Další podobný můstek, jímž můžeme měřit impedanci nebo činitel stojaté vlny napáječe, je na obr. 133. Je určen pro napáječe a antény s impedancí do 100  $\Omega$ . Jako u předcházejícího můstku musí být i zde odpory  $R_1$  a  $R_2$  naprosto stejné. Jejich velikost je mezi 40 a 80  $\Omega$ . Musí to být odpory hmotové, bezindukční, na zatížení 1 W. Odpory  $R_4$  a  $R_5$  slouží jako předřadné odpory k měřidlu a  $R_5$  má být dvakrát větší než  $R_1$ . Autor používá odpory 15 k $\Omega$  a 7,5 k $\Omega$ . Proměnný odpor 100  $\Omega$  ocejchujeme přesně od 10 do 100  $\Omega$ . Správnost ocejchování a funkci můstku vyzkoušíme přesnými odpory, které zapojujeme do zdírek pro anténu. Napětí z napájecího generátoru nastavíme na takovou velikost, aby ručka měřidla ukazovala v poloze „napětí“ (levá poloha přepínače) přesně do poloviny stupnice. Při rozpojených anténních svorkách potom přepneme do polohy „můstek“ a ručka měřidla by měla mít plnou výchylku. Není-li tomu tak, změníme velikost odporů  $R_4$  a  $R_5$ . Potom zkratujeme anténní svorky a celý postup opakujeme. Při přepínání v poloze „napětí“ musí být výchylka do poloviny stupnice a při poloze „můstek“ přes celou stupnici (při stejném napájecím napětí jako v předcházejícím případě). Jsou-li výchylky jiné, nejsou odpory  $R_1$  a  $R_2$  přesně stejné. Máme-li nyní přístroj takto nastaven, přistoupíme k ocejchování stupnice měřidla ve velikostech činitele stojaté vlny. Do an-



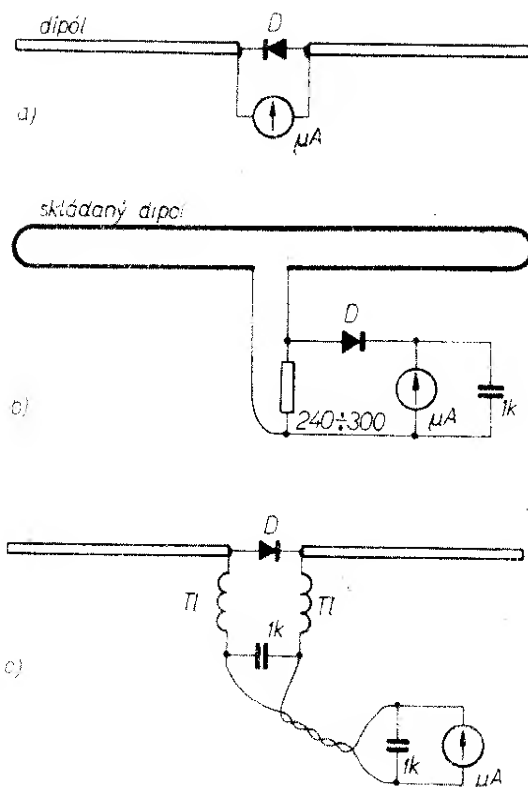
Obr. 133. „Matchmaker“

ténních svorek připojíme bezindukční přesný odpor  $60\ \Omega$  a proměnný odpor nastavíme rovněž na  $60\ \Omega$ . Napájecí vysokofrekvenční napětí nastavíme na takovou velikost, aby v poloze „napětí“ byla na měřidle přesně poloviční výchylka. Při přepnutí do polohy „můstek“ musí výchylka klesnout na nulu – tato poloha odpovídá činiteli stojaté vlny  $1:1$ . Nyní neměníme nastavení můstku a měníme odpory v anténních svorkách. Připojíme např. odpor  $120\ \Omega$ ; výchylka, kterou ručka měřidla ukáže v poloze „můstek“, odpovídá činiteli stojaté vlny  $2:1$  ( $120/60$ ). Takto ocechujeme celou stupnici měřidla. Činitel stojaté vlny vypočítáme vždy jako poměr připojeného odporu k odporu  $60\ \Omega$ . Maximální výchylka ručky měřidla odpovídá činiteli stojaté vlny  $\infty:1$ .

Vhodným použitím můžeme v praxi s tímto přístrojem zvládnout všechny problémy, které se v souvislosti s přizpůsobováním antény a napáječe vyskytnou. Při použití na VKV mohou nastat obtíže s obstaráváním skutečně bezindukčního proměnného odporu. Používáme-li většinou stále stejný druh napáječe (např. souosý napáječ s impedancí  $75\ \Omega$ ), můžeme proměnný odpor nahradit pevným odporem  $75\ \Omega$ . Pevný bezindukční odpor seženeme jistě snadněji než proměnný.

### Měření síly pole

K definitivnímu nastavení vysílací antény používáme také tzv. měřiče síly pole. Jsou to většinou jednoduché přípravky, skládající se z jednoduchého nebo skládaného dipólu, detektoru a indikačního měřidla. Několik takových jednoduchých zapojení je na obr. 134. Anténu měřiče síly pole umístíme do vzdálenosti alespoň několik  $\lambda$  od vysílací antény a do stejné výšky. Natáčením antény se bude měnit výchylka ručky indikátoru měřiče síly pole, takže tímto způsobem můžeme změřit i relativní diagram směrovosti antény. Jinak můžeme jemně doladit přizpůsobovací obvody, aby anténa vyzářila maximum přivedené energie.



Obr. 134. Přípravky k měření intenzity elektromagnetického pole

## Předpisy a normy souvisící s anténami

Před zahájením stavby antény je dobře vědět, zda a za jakých podmínek si smíme anténu postavit a jaká povolení k tomu potřebujeme. Protože většina těchto předpisů a norem není běžně známa a jejich neznalost vede často ke sporům a neshodám, otiskujeme nejdůležitější odstavce v doslovném znění (bez jazykové úpravy). Normy obsahují i technické podmínky, které musí instalace antény splňovat.

Na začátku této kapitoly jsou předpisy týkající se obecných podmínek pro stavbu antény. Jsou to příslušné odstavce zákona o telekomunikacích a z prováděcí vyhlášky Ústřední správy spojů k tomuto zákonu. Dále zde najdete všeobecné předpisy ze státní normy ČSN 34 2820. Kapitola pak pokračuje citováním předpisů z ČSN 36 7210, které stanoví zásady konstrukčního provedení antén, jejich uzemňování, jištění proti úderu blesku a proti atmosférickému přepětí atd.

Pro stavbu venkovních přijímacích a rozhlasových a televizních antén, pokud jsou dodrženy technické normy, popřípadě jiné obecné technické předpisy a anténa nekřížuje pozemní komunikace nebo vedení, není třeba stavebního povolení ani souhlasu vlastníka (uživatele) nemovitosti, umístí-li se anténa na téže nemovitosti, kde je rozhlasový nebo televizní přijímač. Vlastníka (správce) nemovitosti je třeba o zamýšlené stavbě antény včas vyrozumět. Není dovoleno zřizovat individuální venkovní přijímací antény na objektech, kde již byla zřízena společná anténa vhodná pro požadovaný příjem. Stavební úřad při státním stavebním dohledu může nařídít přeložení nebo úpravu antén, které ohrožují stavební stav nemovitosti nebo bezpečnost okolí nebo ruší jeho vzhled.

*Vyhláška Ústřední správy spojů z 12. 6. 1964, kterou se provádí zákon o telekomunikacích, § 12, odst. 1:*

Rozhlasové a televizní antény nebo jejich části nesmějí křížovat pozemní komunikace nebo vedení, je-li možno anténu postavit jinak. Nelze-li se vyhnout křížování, je třeba povolení, které vydá stavební úřad na základě předloženého náčrtku a písemného souhlasu provozovatelů křížovaných vedení, popřípadě správy pozemní komunikace.

### **Předpisy pro antény ČSN 34 2820**

§ 28 200. Tyto předpisy platí pro stavbu individuálních i společných antén, zřízených pro příjem rozhlasu (všech druhů) a televize a pro příjem speciálními přijímači. Dále platí i pro vysílací antény:

a) umístěné na budovách nebo jiných stavbách, pokud celková výška anténní nosné konstrukce včetně anténní soustavy nepřevyšuje 10 m,

b) postavené na zemi, pokud celková výška anténní nosné konstrukce včetně anténní soustavy nepřevyšuje 15 m.

Tyto předpisy neplatí pro antény mobilní, antény radiolokační, majákové a dále pro antény pro radioreléové spoje v pásmu centimetrových a decimetrových vln.

Elektrické a mechanické vlastnosti televizních antén a antén pro příjem kmitočtově modulovaného rozhlasu (na VKV) jsou stanoveny v ČSN 36 7210, 7211, 7212 a 7213 (viz kapitoly o rozhlasových a televizních anténách).

Antény zřízené před vydáním těchto předpisů musí být upraveny podle jejich znění tehdy, obsahují-li závady proti bezpečnostním požadavkům, uvedeným v těchto předpisech. Úprava musí být provedena co nejdříve, nejdéle však do dvou let ode dne platnosti těchto předpisů (platí od 1. 8. 1963).

*§ 28 201. Povolení ke zřízení a provozování antény.*

a) Začít stavbu venkovní antény pro rozhlasový, televizní nebo jiný příjem je dovoleno teprve tehdy, až si zájemce opatří od příslušného poštovního úřadu povolení ke zřízení a provozování rozhlasové nebo televizní stanice, které opravňuje zřídit a provozovat rozhlasové nebo televizní zařízení a tím i antény.

b) Zahájit stavbu vysílací antény lze až po získání povolení k provozu vysílacího zařízení.

c) Společné antény včetně společných anténních rozvodů do jednotlivých bytů mohou být bytovou správou nebo majitelem domu zřízeny bez předchozího povolení.

d) Venkovní antény pro rozhlasový a televizní přijímač není dovoleno zřizovat na objektu, kde již byla zřízena společná anténa, vhodná pro požadovaný příjem.

Při sporu posoudí vhodnost takové antény příslušný inspektorát radiokomunikací – radiokomunikační odrušovací služba. Vysokofrekvenční napětí signálu v bytové zásuvce společného rozvodu by nemělo být nižší, než polovina napětí signálu, který by dodala vhodná individuální anténa. Nejvyšší napětí, které může účastník požadovat (v zásuvce bytového rozvodu) je 5 mV.

e) Tam, kde se má zřídit společná anténa, je třeba, aby ostatní individuální antény, které by podstatně znehodnotovaly činnost společné antény, byly odstraněny ještě před uvedením společné antény do provozu.

f) V případech, kdy anténa nebo její části zasahují do sousedních pozemků nebo veřejných komunikací, je třeba mít k jejímu zřízení písemné povolení příslušných organizací nebo osob, dotčených stavbou antény.

Podle plenárního usnesení nejvyššího soudu z 26. 5. 1956, Plz 4/56, je nájemce zásadně oprávněn zřídit si na domě, v němž bydlí, venkovní anténu jak pro příjem rozhlasu, tak i televize, pokud tomu nebrání závažné důvody (např. stav střechy nebo krovů). Za používání venkovní antény nájemcem nenáleží pronajímateli žádná zvláštní náhrada. Zřízení a udržování antény se děje na náklady nájemcovy a musí být provedeno odborně se zachováním všech příslušných předpisů a bez poškození pronajímatelova majetku. Za škody, způsobené postavením nebo používáním antény, odpovídá nájemce podle platných předpisů.

g) Výstavbu antény nad veřejnými místy, ulicemi nebo cizími nemovitostmi lze provést až po získání písemného povolení příslušných organizací nebo osob.

h) Zřizovat anténu v prostředí nebo na objektech chráněných podle zákona o kulturních památkách a státní ochraně přírody lze jen na základě povolení orgánů státní památkové péče a ochrany přírody příslušného ONV. Pokud možno umísťují se antény tak, aby nebyly narušeny stavební památky, vzhled krajiny a chráněné části přírody. Žádost o povolení je třeba doložit projektovou dokumentací.

#### § 28 202. Revize antén.

a) Uživatel (provozovatel) antény je povinen pečovat o pravidelné a včasné provádění revizí antény jak dále stanoveno.

Záznam o provedení a výsledku revize musí být uložen u provozovatele (majitele) antény. Uživatel (provozovatel) anté-

ny je povinen prokázat se záznamem o revizi antény kontrolním orgánům, případně majiteli nebo správě budovy.

Revize antén z hlediska ochrany před účinky atmosférické elektřiny je součástí revize hromosvodů. Provádí se podle ČSN 34 3800.

b) Společné antény a antény uvedené v §§ 28 213 až 28 215 musí být prohlédnuty oprávněným závodem alespoň jednou za 2 roky.

c) Ostatní venkovní antény a antény chráněné jen před atmosférickým přepětím podle § 28 243 musí být prohlédnuty oprávněným závodem alespoň jednou za 5 let.

d) Revize není třeba provádět u antén uvedených v § 28 244.

### Technické požadavky

#### § 28 211. Základní ustanovení.

a) Zřizování, udržování a užívání antén nesmí rušit ani poškozovat sítě sdělovací (telekomunikační) veřejné i neveřejné, ani sítě silové (energetické).

b) Vede-li se vedení vvn, vn, nn nebo sdělovací vedení v blízkosti antény napjaté již nad veřejnými místy nebo ulicemi, je vlastník antény povinen na vlastní náklad anténu buď upravit podle §§ 28 213 a 28 214 nebo ji odstranit dříve, než bude křížované vedení uvedeno do provozu.

c) Antény uvedené v §§ 28 213 až 215, antény nad veřejnými místy a ulicemi a společné antény smějí stavět jen závodů k tomu oprávněné.

d) Antény je třeba udržovat tak, aby trvale vyhovovaly bezpečnostním požadavkům.

e) Provedení antény musí být v souladu s předpisy o odrušování (ČSN 34 2850 a další navazující), aby anténa sama nebyla zdrojem rušení.

#### § 28 212. Křížování antén s trakčními vedeními a vedením vysokého a velmi vysokého napětí.

Anténa nesmí křížovat silová vedení vn a vvn nebo trakční vedení. Anténu lze postavit v blízkosti silového vedení

vn a vvn teprve v takové vzdálenosti, která zaručí, že nemůže dojít ke styku antény s vysokým a velmi vysokým napětím a to v případě přetržení vodičů nebo v případě, že se svalí podpěry antény.

*§ 28 213. Křižování antén se silovým vedením nízkého napětí.*

Křižovat anténou venkovní vedení nízkého napětí není rovněž dovoleno. Výjimečně lze takové antény stavět jen po písemném svolení organizace, která zřizuje a provozuje příslušné silové vedení nn, a to teprve tehdy, až se dokončí všechna ochranná opatření (např. vypnutí vedení nebo podobný způsob podle ČSN 34 3100). Tyto antény musí mít vhodnou izolaci odolávající povětrnosti. Vzdálenost mezi anténou a vodiči nesmí být menší než 3 m. Izolace anténního vodiče musí být provozovatelem antény udržována v dobrém stavu.

Trvale zemnné antény, spojené s hromosvodem podle §§ 28 241 a 242, mohou být umístěny i pod silovým vedením nízkého napětí ve vzdálenosti nejméně 3 m.

*§ 28 214. Křižování antén s vedeními sdělovacími.*

Anténní podpěry, anténní aktivní i nosné vodiče se nesmějí křižovat s telekomunikačními vedeními, pokud lze anténu postavit jinak. Není-li vyhnutí, pak při křižování antény se sdělovacím vedením je nejmenší dovolená vzdálenost mezi křižujícími se dráty  $1/20$  délky antény nebo délky pole křižovaného vedení, je-li delší než anténa, nejméně však 1 m, a nejmenší úhel křižování  $60^\circ$ . Je-li třeba, aby anténa byla zřízena souběžně s telekomunikačním vedením, pak je třeba dodržet vzdálenost nejméně 3 m.

Žádost o povolení křižování se sdělovacím vedením se adresuje příslušné krajské správě spojů. Jde-li o vedení železniční nebo umístění antény na železničním pozemku, adresuje se žádost příslušné správě dráhy. Je-li sdělovací vedení vn nebo vvn, pak platí analogicky ustanovení § 28 212 nebo 28 213.

*§ 28 215. Křižování antén s ulicí nebo silnicí.*

Anténa nebo její části nesmějí křižovat veřejné ulice nebo silnice, pokud lze anténu postavit jinak. Není-li vyhnutí, lze anténu zřídit až po souhlasu odboru pro výstavbu příslušného národního výboru, nebo správy silnic.

Výška antény nad úrovní ulice (silnice) musí být nejméně 6 m a to i za povětrnostních podmínek podle ČSN 34 1100, § 11 120 a § 11 121.

*§ 28 216. Provedení se zvýšenou bezpečností.*

Ve všech případech uvedených v §§ 28 213 až 28 215 musí být anténa postavena se zvýšenou bezpečností.

a) Největší dovolené namáhání vodičů, lan apod. nesmí překročit hodnoty uvedené v ČSN 34 1100, § 11 125 při povětrnostních podmínkách podle ČSN 34 1100, § 11 120 a), b), a 11 121.

b) Vodiče, napínací lana apod. v poli křižovatky nesmějí být nastavovány.

c) Keramické a skleněné izolátory je dovoleno namáhat jen na tlak, pokud nejde o speciální tahové izolátory.

**Provedení a montáž antén, napáječů a uzemňovacího svodu**

*§ 28 217. Provedení antén.*

a) Na drátové antény, na anténní závěsy a na vazy izolátorů se má používat takových vodičů, aby nedošlo k jejich zničení, přetržení či pádu a tím i ohrožení bezpečnosti okolí.

Ke stavbě antén se nedoporučuje používat takových kovů, jejichž vzájemným propojením vznikají elektrické články a tím zvýšená koroze.

b) Na drátové antény, které se nekřižují s veřejnými pozemky ani s jinými vedeními, které mají celkovou délku menší než 25 m a které v případě přetržení nemohou ohrozit bezpečnost osob a věcí, lze použít:

ba) drátu ocelového pozinkovaného o průměru nejméně 2 mm,

bb) drátu ocelového pozinkovaného



o průměru nejméně 3 mm (v II. a III. námrazové oblasti; viz ČSN 34 1100),

bc) drátu z tvrdé mědi o průřezu nejméně 2,5 mm<sup>2</sup> v případech zvlášť zdůvodněných nebo tam, kde je to nutné z vysokofrekvenčních důvodů.

c) Na antény podle §§ 28 213 až 28 215, dále na antény, které v případě přetržení jakkoli ohrožují bezpečnost osob a věcí a na antény zvlášť rozměrné musí se použít vodičů podle ČSN 34 1100, § 11 115.

Lana z drátů tenčích než 0,15 mm se rychle porušují vlivem koroze a proto se jich na venkovní antény nesmí používat.

d) Anténní vodiče a závěsy se smějí napínat jen tolik, aby se při povětrnostních podmínkách podle ČSN 34 1100, § 11 120 a), b) a § 11 121 nepřestoupilo dovolené namáhání podle ČSN 34 1100, § 11 125.

e) Pro antény zvlášť rozměrné nebo antény umístěné na exponovaných místech, dále pro drátové antény se stíněným napáječem je třeba statického výpočtu.

Při konstrukci antén pro televizi a kmitočtově modulovaný rozhlas je třeba dodržovat konstrukční zásady z ČSN 36 7210.

#### ČSN 36 7210, odst. 17.

Venkovní antény jsou trvale vystaveny veškerým atmosférickým vlivům. Musí být proto konstruovány tak, aby po mechanické i elektrické stránce zůstaly trvale zachovány původní vlastnosti. Vlastní konstrukce antén je právě tak důležitá jako správná funkce po stránce elektrické.

Přípustné jsou jen ty antény, u nichž jsou všechny aktivní i pasivní prvky spojeny s kovovou nosnou konstrukcí, takže anténu lze chránit před účinky atmosférické elektřiny podle ČSN 34 2214.

#### Odst. 18. Hlavní konstrukční zásady.

a) Aktivní a pasivní prvky antén se obvykle zhotovují z lehkých slitin nebo ocelí, povrchově vhodně upravených. Nezáleží-li na váhových poměrech, není námitek proti užití oceli na všechny vo-

divé součásti. S ohledem na váhu se užívá lehkých kovů (dural, hliník ap.).

b) Příchytkami se připojují aktivní části antén (prvky) na nosnou tyč a dále nosná tyč na stožár. Jejich konstrukci je třeba věnovat značnou pozornost. V místech připojení příchytek vzniká značné namáhání a únava materiálu. Příchytky mají být již před smontováním celé antény pevně spojeny (přivařeny, přišroubovány apod.) k jedné ze spojovaných částí tak, aby konečná montáž antény i na obtížných místech byla snadná a jednoznačná. Místo spojení spojovaných trubek nemá být soustředěno do jednoho bodu (např. pouhé spojení trubek jedním šroubem), ale příchytky mají obepínat spojované trubky po určité délce.

Šrouby, popř. matice upevňující příchytky musí být zajištěny proti uvolnění.

c) Upevňovacích svorek a pájecích oček se užívá v místech připojení napáječe k anténě, k propojení stínění u symetrizační smyčky apod. Zde má být použito cínové mosazi s vyšším obsahem mědi, která nepraská při nízkých teplotách.

d) Ochranný kryt. Spojení napáječe s anténou je třeba provést tak, aby se zamezilo korozi vnikáním vody a vlhkosti. U všech antén je nutné chránit toto místo vhodným krytem z izolačního, nenavlhavého materiálu. Přívody napáječe i antény musí být provedeny tak, aby se zamezilo vnikání vody podél přívodů do místností. Výhodné je přivést přívody dnem ochranného krytu, které je chráněno přepisem horní odnímatelné části krytu.

e) Držáky napáječe se upevňují na stožár, střechu, okap apod. Upevňují napáječ a udržují jej v určité vzdálenosti od stožáru a ostatních předmětů v okolí. Zabráňují jeho poškození (zejména v místě jeho připojení k anténě), ke kterému často dochází buď vlivem vlastní váhy, nebo působením větru. Držáky mohou být kovové a na anténní stožár se připevňují posuvně tak, aby je bylo možno umístit do nejvhodnějšího místa. V místě uchycení napáječe nesmí dojít k jeho poškození přílišným stisknutím. Je-li po-



užito jako napáječe souměrného nestíněného dvojvodiče (dvoulinky), je nutno použít v místě uchycení izolačního materiálu tak, aby vodivá část držáku neobepínala těsně napáječ. Vzdálenost dvojvodiče od vodivé části držáku nemá být menší než 1 cm. Délka držáků se volí tak, aby napáječ nepřiléhal ke stožáru nebo k jiným kovovým částem. Za přípustnou minimální vzdálenost se považuje desetinásobná rozteč vodičů dvojvodiče.

f) Anténní stožár musí být dimenzován tak, aby při dané výšce a velikosti použité anténní soustavy vydržel s předepsanou bezpečností tlak na ohyb způsobený větrem.

#### *Odst. 19. Montáž napáječů.*

Neodborně instalovaný napáječ spolu s nedostatečnou ochranou místa připojení k anténě bývá nejčastějším zdrojem poruch. Proto je třeba připojení napáječe věnovat zvýšenou pozornost.

Konce svodu se připojují k anténě buď přímo, přitažením pod šroubky, opatřené podložkou, nebo připájením na pájecí očka. Při pájení se nesmí používat pájecích prostředků, obsahujících kyselinu. Při odizolování napáječe je třeba dbát na to, aby se nepoškodil (vrypem) vodič. Hotový spoj se chrání proti vlhkosti vrstvou vhodného izolačního laku, např. chlorkaučukového laku H 1000. To platí jak pro pájené, tak pro šroubové spoje. Podobně se chrání místo spojení stínění symetrizační smyčky a koaxiálního kabelu. Před uzavřením ochranného krytu se zalakují tímto lakem průchozí otvory, kterými jsou protaženy přívody antény a napáječe.

Napáječ se upevní nejdále půl metru od ochranného krytu držákem na anténní stožár. Dále se upevňuje již jen podle potřeby tak, aby byla po celé délce zachována jeho charakteristická impedance.

#### *Odst. 21. Povrchová úprava.*

Doporučuje se chránit jednotlivé součásti antén takto:

a) Anténní prvky a ostatní vodivé součásti hliníková slitina – eloxovat např. podle předpisů PO 12-53 VÚOM a na to nátěr epoxidovým lakem (PGA 40).

ocel – zinkovat, chromátovat, na to nátěr např. S-1004 (předpisy PO 01-55 VÚOM)

b) Stožár ocel – základní nátěr např. 0-2004, dvakrát povrchový nátěr např. S-2014.

c) Šrouby, matice, podložky a jiné normalizované součásti používat v provedení zinkovaném a chromátovaném.

d) Jednotlivé součástky nesmějí mít povrchové kazy, které by se později mohly stát místem počínající koroze.

d) Aby bylo zabráněno korozi uvnitř trubek, je třeba trvale vodotěsně utěsnit konce všech trubek, vystavených přímému účinku povětrnosti.

f) Odolnost proti korozi lze zvýšit dodatečným ochranným nátěrem, provedeným po sestavení celé antény, v místech spojení jednotlivých součástek. Tato ochrana se doporučuje zejména v průmyslových oblastech s prostředím chemicky silně agresivním. Ochranný nátěr se provede chlorkaučukovým lakem H 1000.

g) Všechna rozebíratelná spojení je zapotřebí před montáží namazat grafitovým tukem nebo jiným rovnocenným mazadlem.

#### *ČSN 34 2820, § 28 219. Umísťování antén.*

a) Drátová anténa se má křížovat s jinou pokud možno v úhlu 90°.

b) Nejmenší vzájemná vzdálenost antén i vzdálenost od nejbližších uzemněných tyčí musí být alespoň 2 m. U antén pro televizi a VKV rozhlas se doporučuje vzdálenost jedné vlnové délky.

c) Není-li na domě postavena společná anténa, musí být jednotlivé antény postaveny na domě tak, aby si co nejvíce obyvatel domu mohlo na něm umístit vyhovující anténu.

d) Jímacích tyčí hromosvodů se nesmí používat pro závěs nebo připevnění antén.

Antény musí mít samostatnou nosnou konstrukci – podpěru, která však může sloužit též jako jímač, vyhovuje-li jinak jako jímací zařízení hromosvodu.

e) Zřízení antény nesmí znesnadňovat přístup ke komínům, anténa nesmí překážet při čištění komínů ani jakkoli narušovat provoz a údržbu ostatních zařízení v okolí.

f) Užívat zděných komínů, věžovitých nástavců na domech apod. za podpěry, opěrné nebo napínací body pro antény je dovoleno jen tehdy, jsou-li dosti pevné, aby snesly s dostatečnou bezpečností maximální tah antény i jakákoliv jiná mechanická namáhání působená anténou. Na komín se upevňuje napínací lano nebo drát objímkou z pásového železa alespoň 3 mm silného a 35 mm širokého, pokud možno pozinkovaného. Objímka musí být umístěna nejméně 30 cm pod hlavou komínu.

g) Připevňování vertikálních antén na zděné komíny je dovoleno jen za předpokladů uvedených v bodě f), a to dvěma pásy s uvedenými minimálními rozměry. Vzájemná vzdálenost objímkových pásů musí být alespoň 10 % celkové délky stožáru. Svislá vzdálenost nejnižších částí anténního zařízení od komínu musí být nejméně 2 m.

Umísťování antén blízko komínů a užívání komínů jako podpěr nelze doporučit s ohledem na rychlejší korozi v těchto místech. Vyšší teplota způsobuje zároveň rychlé zničení napáječe (koaxiálního kabelu, dvoulinky).

h) Užívat stojanů a stožárů nadzemních sdělovacích vedení nebo síťových vedení za podpěry pro antény, nebo užívat těchto vedení za antény není dovoleno.

i) Používání sítě jako náhradní antény není dovoleno.

j) Používání stromů jako podpěr pro antény není dovoleno. Anténní zařízení musí být vzdáleno od stromů (zejména vysokých) alespoň 2 m.

#### § 28 220. Provedení a montáž napáječů.

a) Anténní napáječe drátových antén, pokud nejsou tvořeny stíněným napáječem, doporučuje se vést alespoň 0,5 m od okrajů okapů, oplechovaných říms apod.

Nedoporučuje se pokládat je na střechy, římsy.

b) Anténní napáječe pro televizi a kmitočtově modulovaný rozhlas, pokud jsou tvořeny koaxiálním kabelem, mají být vedeny tak, aby kabel nebyl ohýbán menším poloměrem ohybu než je desetinásobek průměru. Přechody přes okraj okapu, oplechovaných říms apod. musí být chráněny proti poškození izolace kabelu.

c) Anténní napáječe, tvořené dvojvodičem nemají ležet na střechách, římsách apod. Vzdálenost mezi dvojvodičem a střechou, okapem, římsou apod. má být taková, aby nebyla podstatně změněna charakteristická impedance napáječe. Nedokonalá montáž napáječe může způsobit nadměrný útlum a odrazy; obojí podstatně zhoršuje kvalitu přenášeného signálu. Do anténních napáječů je nutné zařadit proudovou pojistku 2 A, 500 V, pokud se nelze vyhnout křížování antén nebo napáječů s vedením silového rozvodu. Tato pojistka musí být umístěna tak, aby za všech okolností byla zajištěna ochrana osob a věcí.

d) Vnějšího pláště koaxiálních kabelů se nesmí používat pro ochranu proti úderu blesku. Vnější plášť koaxiálních kabelů nutno uzemnit podle § 28 243.

e) Napáječ každé antény, která není trvale uzemněna, musí být opatřen jiskřištěm. Mimo to se doporučuje opatřit napáječe takové antény přepínačem alespoň 10 A, 500 V, který umožní přepojení napáječe z přívodu k zařízení na zemnicí vedení.

f) Napáječ antény nesmí procházet střechou s lehce hořlavou krytinou (došky, šindel, lepenka apod.).

#### § 28 221. Provedení a montáž uzemňovacího svodu.

U každé antény s výjimkou antén uvedených v § 28 244 je nutné zřídit ochranné spojení se zemí podle § 28 241 až § 28 243. Uzemňovací svod musí být proveden vodičem s průřezem podle §§ 28 241 až 28 243, popř. větším s ohledem na mechanickou pevnost a korozi. Jde-li uzemňovací svod místy snadno přístupnými nebo exponovanými, je třeba jej chránit v dosažitelných výškách před mechanickým

poškozením, není-li vedení samo již dostatečně silné (viz předpisy pro hromosvody ČSN 34 1390). Uzemňovací svod k hromosvodu podle § 28 241 musí být vně budovy. Uzemňovací svod k vodovodu (podle § 28 243) musí být krátký, co možná přímý a dostatečně vzdálený od látek lehce zápalných i od míst, kde často prodlévají osoby.

#### § 28 231. Vysílací antény.

a) Vysílací antény a jejich části, které mají vysokofrekvenční napětí, musí být chráněny proti náhodnému dotyku.

b) Od tohoto opatření lze upustit:

ba) u zařízení provozovaných v uzavřených nebo obecně nepřístupných prostorách,

bb) u zařízení mobilních, jejichž maximální výkon nepřestoupí tyto směrné hodnoty: pro dlouhé vlny 200 W, střední vlny 400 W, krátké vlny 800 W a velmi krátké vlny 1 500 W.

bc) u malých přenosných zařízení o vf výkonu zpravidla menším než 100 W.

c) Vysílací antény umístěné na přístupných střeších musí být ohrazeny zábradlím vysokým nejméně 1,25 m a vzdáleným nejméně 1,25 m od částí s vysokofrekvenčním napětím. Zábradlí musí být opatřeno výstražnými tabulkami viditelnými ze všech přístupných stran.

Za přístupné se považují střechy opatřené vestavěnými dveřmi, střešními okny nebo průleznými otvory.

d) Pokud jsou vysílací antény vybaveny zařízením pro osvětlení nebo topení, musí toto zařízení vyhovovat předpisům platným pro toto zařízení.

#### § 28 232. Napáječe vysílacích antén.

a) Neohrazené napáječe, provedené jako volná drátová vedení, musí být vedeny v dostatečné výši, aby nehrozilo nebezpečí dotyku. Nad ulicemi a jinými veřejnými prostory musí být tato výška nejméně 6 m při povětrnostních podmínkách podle ČSN 34 1100, § 11 120 a), c) a § 11 121.

b) Ochrana proti dotyku se nevztahuje na napáječe provedené jako souosá vedení, když vnější vodič je uzemněn.

#### § 28 241. Ochrana před přímým úderem blesku.

a) Ochrana před přímým úderem blesku se provádí u venkovních antén, umístěných na střeších budov i u antén samostatně stojících, s výjimkou antén uvedených v § 28 244 a).

b) Na objektech, na nichž je hromosvod podle ČSN 34 1390, musí být anténa chráněna před přímým úderem blesku takto:

ba) Kovové nosné části antén a upevňovací kovová lana je nutno spojit s hromosvodem.

bb) Kotvy, které končí ve střešní konstrukci, musí být na svém spodním konci spojeny s hromosvodem nebo samostatně uzemněny jako jímač.

bc) Nevodivé části anténních zařízení (dřevěné konstrukce, ráhna apod.) chrání se pomocným vodičem podle ČSN 34 1390. Pomocný vodič musí převyšovat svislé nevodivé části alespoň o 30 cm; tento vodič není spojen s vlastní anténou. Je-li nutné z vysokofrekvenčních důvodů, aby pomocný vodič neměl trvalé spojení se zemí, pak je nutné opatřit ho vhodným jiskřištěm.

bd) Izolátory zvláště důležitých antén se chrání proti porušení paralelním jiskřištěm, jehož přeskokové napětí musí být nižší, než průrazné (popř. přeskokové) napětí izolátorů.

be) U antén, kde by přímé uzemnění aktivních částí nebo i nosné konstrukce způsobilo zhoršení elektrických vlastností, provede se ochrana takovýchto antén jiskřišti. Při tom je možné uzemňované části opatřovat jiskřišti i na několika místech podle potřeby.

bf) Vedení spojující uzemňované části antén s hromosvodem musí být provedeno stejně jako svod hromosvodu. Spojení a upevňovací materiál nesmí vytvářet tzv. slepý konec ve smyslu ČSN 34 1390.

Svod musí být upevněn svorkou na spodní část kovového stožáru nad krytinou. Uzemňovací svod musí být veden podle ČSN 34 1390.

c) Na objektech, na nichž dosud není hromosvod podle ČSN 34 1390, musí být provedena ochrana antény uzemněním

podle ČSN 34 1300, přitom platí analogicky bod b).

d) Antény montované na objektech uvedených v § 28 201 bod h) musí být vždy chráněny proti přímému úderu blesku analogicky podle bodu b).

#### § 28 242. Zjednodušená ochrana před přímým úderem blesku.

a) Zjednodušenou ochranu před přímým úderem blesku lze provádět:

aa) V případě uvedeném v § 28 241 bod b), jestliže celková výška anténní nosné konstrukce včetně anténní soustavy nepřesahuje 4 m.

ab) V případě uvedeném v § 28 241 bod c), a to na přízemních a jednoposchodových rodinných domech, nepřesahuje-li celková výška anténní nosné konstrukce včetně anténní soustavy 4 m. Tato úleva neplatí pro domky osaměle stojící, zejména na návrších.

b) Zjednodušená ochrana se nesmí provádět u antén vysílacích, antén připojených na společné anténní rozvody a u antén uvedených v § 28 201 bod h).

c) Zjednodušená ochrana před přímým úderem blesku se provádí ocelovým pozinkovaným vodičem o průměru 6 mm. Vedení a připevňování svodu se provádí analogicky podle § 28 241 bod b) a v souladu s ČSN 34 1390. Ostatní zásady uvedené v § 28 241 platí analogicky i pro provádění zjednodušené ochrany.

Vodiče ocelového pozinkovaného o průměru 6 mm nesmí však být použito jako spoje mezi zkušební svorkou a vlastním zemničem.

#### § 28 243. Ochrana před atmosférickým přepětím.

a) Tato ochrana se požaduje u antén uvedených dále pod aa) a ab), u nichž aktivní anténní části nejsou trvale vodivě spojeny se zemí.

aa) Venkovní antény, umístěné pod úrovní střechy.

ab) Antény umístěné na půdách pod krytinou.

b) Ochrana před atmosférickým přepětím se provede vhodnoubleskojistkou (např. plněnou plynem) nebo jiskřištěm, nebo čtvrtvlnným zkratovaným vedením zpravidla v obvodu anténního napáječe.

Tyto ochranné prvky musí být uzemněny vodičem o průřezu min. 2,5 mm<sup>2</sup>, popř. vyšším s ohledem na mechanickou pevnost a korozi.

c) Bleskojistky musí být uzavřené, s krytím odpovídajícím druhu prostředí, a nesmějí ovlivňovat impedanční poměry napáječe.

#### § 28 244. Antény nevyžadující ochranu.

Ochranu před přímým úderem blesku ani před atmosférickým přepětím nemusí mít tyto antény:

a) Venkovní antény, pokud jsou alespoň 3 m pod okapem a nevyčnívají více než 1,8 m od stěny a jsou od hromosvodu vzdálené alespoň 2 m.

b) Antény umístěné uvnitř budov, pokud jsou vzdáleny alespoň 2 m od hromosvodu (nikoliv však antény podle § 28 243, ab).

c) Antény zabudované uvnitř přístrojů.

**RADIOVÝ KONSTRUKTÉR** – vydává Vydavatelství časopisů MNO, n. p., Praha 1, Vladislavova 26, telefon 234355-7. ● Šéfredaktor ing. František Šmolík, zástupce Lubomír Březina ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, tel. 223630 ● Redakční rada: K. Bartoš, ing. J. Čermák, K. Donát, ing. L. Hleušek, A. Hofhans, Z. Hradiský, ing. J. T. Hyan, K. Krbec, A. Lavante, K. Novák, ing. O. Petráček, dr. J. Petránek, M. Procházka, K. Pytner, ing. J. Vackář, J. Ženíšek ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,- Kčs ● Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil VČMNO – administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Dohledací pošta Praha 07 ● Tiskne Naše vojsko, závod 01, Na valech 1, Praha – Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 20. února 1969

© Vydavatelství časopisů MNO Praha

Přehled rozhlasových stanic na dlouhých a středních vlnách

| Kanál               | kHz | m     | Vysílač           | Země        | Kanál | kHz   | m                 | Vysílač        | Země       |  |
|---------------------|-----|-------|-------------------|-------------|-------|-------|-------------------|----------------|------------|--|
| <b>Dlouhé vlny</b>  |     |       |                   |             | 006   | 575   | 521,7             | Riga           | SSSR       |  |
| 001                 | 151 | 1987  | Moskva            | SSSR        | 575   | 521,7 | Stuttgart I       | NSR            |            |  |
|                     |     |       | Hamburg           | NSR         | 575   | 521,7 | Leipzig-DDR I     | NDR            |            |  |
|                     | 155 | 1935  | Brasov            | Rumunsko    | 575   | 521,7 | Tel-Aviv          | Izrael         |            |  |
|                     | 155 | 1935  | Tromsø            | Švédsko     | 007   | 584   | 513,2             | Salzburg II,   |            |  |
| 002                 | 164 | 1829  | Paris-Allouis     | Francie     |       |       | Wien II           | Rakousko       |            |  |
| 003                 | 173 | 1734  | Moskva I          | SSSR        | 584   | 513,2 | Madrid            | Španělsko      |            |  |
| 004                 | 182 | 1648  | Lulea             |             | 584   | 513,2 | Paris III         | Francie        |            |  |
|                     | 182 | 1648  | Ankara            | Turecko     | 584   | 513,2 | Thorshavn         | Island         |            |  |
|                     | 182 | 1648  | Europa I          | NSR         | 008   | 593   | 505,9             | Sofia II       | Bulharsko  |  |
|                     | 185 | 1622  | Deutschlandsender | NDR         | 593   | 505,9 | Sundsvall         | Švédsko        |            |  |
| 005                 | 191 | 1571  | Motala            | Švédsko     | 593   | 505,9 | Frankfurt I       | NSR            |            |  |
| 006                 | 200 | 1500  | Droitwich         | Anglie      | 593   | 505,9 | Oujda I           | Maroko         |            |  |
|                     | 200 | 1500  | Moskva            | SSSR        | 009   | 602   | 498,3             | Lyon I         | Francie    |  |
| 007                 | 209 | 1435  | Kijev I           | SSSR        | 602   | 498,3 | Karl-Marx-Stadt   | NDR            |            |  |
|                     | 209 | 1435  | Reykjavik         | Island      | 606   | 495,0 | Nicosia           | Kypr           |            |  |
| 008                 | 218 | 1376  | Oslo              | Norsko      | 010   | 611   | 490,9             | Sarajevo       | Jugoslávie |  |
|                     | 218 | 1376  | Monte-Carlo       | Monaco      | 611   | 490,9 | Petrozavodsk      | SSSR           |            |  |
| 009                 | 227 | 1322  | Warszawa I        | Polsko      | 611   | 490,9 | Sebaa-Aioun I     | Maroko         |            |  |
| 010                 | 233 | 1287  | Luxembourg I      | Lucembursko | 611   | 490,9 | Berlin III        | NDR            |            |  |
|                     | 236 | 1272  | Leningrad I       | SSSR        | 611   | 490,9 | Krasnodar         | SSSR           |            |  |
| 011                 | 245 | 1224  | Kalundborg I      | Dánsko      | 611   | 490,9 | Rabat I           | Maroko         |            |  |
| 012                 | 254 | 1181  | Lahti             | Finsko      | 011   | 620   | 483,9             | Bruxelles I    | Belgie     |  |
| 013                 | 263 | 1141  | Moskva II         | SSSR        | 620   | 483,9 | Cairo IV          | Egypt          |            |  |
|                     | 263 | 1141  | Berlin            | NDR         | 012   | 629   | 476,9             | Tunis II       | Tunis      |  |
| 014                 | 272 | 1103  | Praha             | ČSSR        | 629   | 476,9 | Vigra             | Norsko         |            |  |
| 015                 | 281 | 1068  | Minsk             | SSSR        | 629   | 476,9 | Tirol             | Rakousko       |            |  |
|                     |     |       |                   |             | 629   | 476,9 | Erfurt            | NDR            |            |  |
| <b>Střední vlny</b> |     |       |                   |             | 013   | 638   | 470,2             | Československo | ČSSR       |  |
| 001                 | 529 | 567,1 | Beromünster       | Švýcarsko   | 638   | 470,2 | San Sebastián     | Španělsko      |            |  |
|                     | 529 | 567,1 | Schwerin          | NDR         | 638   | 470,2 | Limassol          | Kypr           |            |  |
| 002                 | 539 | 556,5 | Budapest I        | Maďarsko    | 014   | 647   | 463,6             | Simferopol     | SSSR       |  |
| 003                 | 548 | 547,4 | SSSR              | SSSR        | 647   | 463,6 | England III       | Anglie         |            |  |
| 004                 | 557 | 538,6 | Cairo III         | Egypt       | 647   | 463,6 | Sevilla           | Španělsko      |            |  |
|                     | 557 | 538,6 | Monte-Ceneri      | Švýcarsko   | 015   | 656   | 457,8             | Murmansk       | SSSR       |  |
|                     | 557 | 538,6 | Helsinki I        | Finsko      | 656   | 457,8 | Italia            | Itálie         |            |  |
|                     | 557 | 538,6 | DDR I             | NDR         | 656   | 457,8 | Deutschlandsender | NDR            |            |  |
| 005                 | 566 | 530,0 | Caltanissetta     | Itálie      | 656   | 457,8 | Tel-Aviv          | Izrael         |            |  |
|                     | 566 | 530,0 | Athlone           | Irsko       | 016   | 665   | 451,1             | Kaunas         | SSSR       |  |
|                     | 566 | 530,0 | Berlin            | NSR         | 665   | 451,1 | Lisboa I          | Portugalsko    |            |  |
|                     | 566 | 530,0 | Österreich        | Rakousko    | 665   | 451,1 | SWF               | NSR            |            |  |
|                     |     |       |                   |             | 665   | 451,1 | Athénai III       | Řecko          |            |  |
|                     |     |       |                   |             | 017   | 674   | 445,1             | Bodö           | Norsko     |  |
|                     |     |       |                   |             | 674   | 445,1 | Rennes I          | Francie        |            |  |
|                     |     |       |                   |             | 674   | 445,1 | Jeruzalem         | Izrael         |            |  |

| Kanál | kHz | m     | Vysílač           | Země        | Kanál | kHz | m     | Vysílač       | Země       |
|-------|-----|-------|-------------------|-------------|-------|-----|-------|---------------|------------|
| 018   | 683 | 439,2 | Belgrad           | Jugoslávie  | 033   | 818 | 366,7 | Warszawa      | Polsko     |
|       | 683 | 439,2 | Madrid            | Španělsko   |       | 818 | 366,7 | Andorra       | Andorra    |
| 019   | 692 | 433,5 | Moorside          | Anglie      |       | 818 | 366,7 | Cairo         | Egypt      |
|       | 692 | 433,5 | Nicosia           | Kypr        |       | 818 | 366,7 | Trieste I     | Itálie     |
|       | 692 | 433,5 | Erfurt            | NDR         |       | 818 | 366,7 | Casablanca    | Maroko     |
| 020   | 701 | 428,0 | Finnmark          | Finsko      | 034   | 827 | 362,7 | Sofia         | Bulharsko  |
|       | 701 | 428,0 | Sebaa-Aioun       | Maroko      |       | 827 | 362,7 | SWF           | NSR        |
|       | 701 | 428,0 | Banská Bystrica   | ČSSR        |       | 827 | 362,7 | Barcelona     | Španělsko  |
|       | 701 | 428,0 | Istanbul          | Turecko     | 035   | 836 | 358,8 | Nancy I       | Francie    |
|       | 701 | 428,0 | N-WDR             | NSR         |       | 836 | 358,8 | Bejrút I      | Libanon    |
| 021   | 707 | 424,0 | Cairo             | Egypt       |       | 836 | 358,8 | Charkov       | SSSR       |
|       | 710 | 422,5 | Rennes I          | Francie     | 036   | 845 | 355,0 | Roma II       | Itálie     |
|       | 710 | 422,5 | Doněck            | SSSR        |       | 845 | 355,0 | Madrid        | Španělsko  |
|       | 710 | 422,5 | Tallin            | SSSR        | 037   | 854 | 351,3 | Bucuresti I   | Rumunsko   |
| 022   | 719 | 417,2 | Sarakeb           |             | 038   | 863 | 347,6 | Paris I       | Francie    |
|       | 719 | 417,2 | Östersund         | Švédsko     |       | 863 | 347,6 | Damašek       | Sýrie      |
| 023   | 728 | 412,1 | Athénai I         | Řecko       | 039   | 872 | 344,0 | Moskva III    | SSSR       |
|       | 728 | 412,1 | Klagenfurt        | Rakousko    |       | 872 | 344,0 | Budapest II   | Maďarsko   |
|       | 728 | 412,1 | Wöbbelin          | NDR         |       | 872 | 344,0 | Zaragoza      | Španělsko  |
|       | 728 | 412,1 | La Coruna         | Španělsko   |       | 872 | 344,0 | Cairo         | Egypt      |
| 024   | 737 | 407,1 | Barcelona         | Španělsko   | 040   | 881 | 340,5 | Titograd      | Jugoslávie |
|       | 737 | 407,1 | Tel-Aviv          | Izrael      |       | 881 | 240,5 | Royaume-Uni   | Anglie     |
|       | 737 | 407,1 | Poznaň            | Polsko      |       | 881 | 340,5 | Berlin        | NDR        |
| 025   | 746 | 402,1 | Hilversum         | Nizozemí    | 041   | 890 | 337,1 | Algere I      | Alžír      |
|       | 746 | 402,1 | Plovdiv           | Bulharsko   |       | 890 | 337,1 | Linz I        | Rakousko   |
| 026   | 755 | 397,3 | Timisoara         | Rumunsko    |       | 890 | 237,1 | Norway        | Norsko     |
|       | 755 | 397,3 | Lisboa            | Portugalsko | 042   | 899 | 333,7 | Milano I      | Itálie     |
|       | 755 | 397,3 | Kuopio            | Finsko      | 043   | 904 | 331,9 | Burg          | NDR        |
| 027   | 764 | 392,6 | Sottens           | Švýcarsko   |       | 908 | 330,4 | London        | Anglie     |
|       | 764 | 392,6 | Rostov            | SSSR        |       | 912 | 328,9 | Berlin I      | NDR        |
| 028   | 773 | 388,1 | Stockholm         | Švédsko     | 044   | 917 | 327,1 | Ljubljana     | Jugoslávie |
|       | 773 | 388,1 | Salzburg          | Rakousko    |       | 917 | 227,1 | Rabat         | Maroko     |
|       | 773 | 388,1 | Egypt             | Egypt       |       | 917 | 327,1 | Madrid        | Španělsko  |
|       | 773 | 388,1 | Valencia          | Itálie      | 045   | 926 | 323,9 | Bruxelles     | Belgie     |
| 029   | 782 | 383,6 | Deutschlandsender | NDR         |       | 926 | 323,9 | Cairo         | Egypt      |
|       | 782 | 373,6 | Kijev II          | SSSR        | 046   | 935 | 320,8 | Lvov          | SSSR       |
|       | 782 | 383,6 | Vaticano          | Vatikán     |       | 935 | 320,8 | Agadir        | Maroko     |
|       | 782 | 383,6 | Tartus            | Sýrie       | 047   | 944 | 317,8 | Toulouse I    | Francie    |
|       | 782 | 383,6 | RC Portuguess     | Portugalsko |       | 944 | 317,8 | Rostov        | SSSR       |
| 030   | 791 | 379,2 | Limoges I         | Francie     | 048   | 953 | 413,7 | Brno, Plzeň   | ČSSR       |
| 031   | 800 | 375,0 | Leningrad II      | SSSR        |       | 953 | 314,7 | Madrid        | Španělsko  |
|       | 800 | 375,0 | München           | NSR         | 049   | 962 | 211,8 | Tunis II      | Tunis      |
|       | 800 | 375,0 | Sevilla           | Španělsko   |       | 962 | 311,8 | Turku         | Finsko     |
| 032   | 809 | 370,8 | Skoplje           | Jugoslávie  |       | 962 | 311,8 | Paris IV      | Francie    |
|       | 809 | 370,8 | Royaume           | Anglie      |       | 962 | 311,8 | R. Österreich | Rakousko   |
|       | 809 | 370,8 | Madrid            | Španělsko   | 050   | 971 | 308,9 | Smolensk      | SSSR       |
|       |     |       |                   |             |       | 971 | 308,9 | N-WDR         | NSR        |

| Kanál | kHz  | m     | Vysílač        | Země        | Kanál | kHz  | m     | Vysílač        | Země        |
|-------|------|-------|----------------|-------------|-------|------|-------|----------------|-------------|
| 051   | 980  | 306,1 | Algere I       | Alžír       | 067   | 1124 | 266,9 | Leníngrad III  | SSSR        |
|       | 980  | 306,1 | Göteborg       | Švédsko     |       | 1124 | 266,9 | Varna          | Bulharsko   |
|       | 980  | 306,1 | Trieste        | Itálie      |       | 1124 | 266,9 | Brussel IV     | Belgie      |
| 052   | 989  | 303,3 | Bejrút I       | Libanon     |       | 1124 | 266,9 | Barcelona      | Španělsko   |
|       | 989  | 303,3 | Madrid         | Španělsko   |       | 1124 | 266,9 | Österreich     | Rakousko    |
|       | 989  | 803,3 | Tripolis       | Lybie       |       | 1124 | 266,9 | Oradea         | Rumunsko    |
| 053   | 998  | 200,6 | Kišiněv        | SSSR        | 068   | 1133 | 264,8 | Zagreb         | Jugoslávie  |
|       | 998  | 300,6 | Andorra        | Andorra     |       | 1133 | 264,8 | London         | Anglie      |
|       | 998  | 300,6 | Heidelberg     | NSR         |       | 1133 | 264,8 | Bilbao         | Španělsko   |
| 054   | 1007 | 297,9 | Hilversum II   | Nizozemí    | 069   | 1142 | 262,7 | Kalíngrad      | SSSR        |
|       |      |       |                |             |       | 1142 | 262,7 | Constantine II | Alžír       |
| 055   | 1016 | 295,2 | SWF            | NSR         | 070   | 1151 | 260,6 | Cluj           | Rumunsko    |
|       | 1016 | 295,2 | Tanger         | Tanger      |       | 1151 | 260,6 | Royaume Uni    | Anglie      |
|       |      |       |                |             |       | 1151 | 260,6 | Maroco         | Maroko      |
| 056   | 1025 | 292,7 | Dornbirn       | Rakousko    | 071   | 1160 | 258,6 | Strassbourg    | Francie     |
|       | 1025 | 292,7 | Tel-Aviv       | Izrael      |       | 1160 | 258,6 | Toledo         | Španělsko   |
|       | 1025 | 292,7 | San Sebastián  | Španělsko   | 072   | 1169 | 256,6 | Kijev          | SSSR        |
|       | 1025 | 292,7 | Rabat          | Maroko      |       | 1169 | 256,6 | Stuttgart I    | NSR         |
| 057   | 1034 | 290,1 | RC Portuguess  | Portugalsko |       | 1169 | 256,6 | Triest-Koper   | Jugoslávie  |
|       | 1034 | 290,1 | Italy          | Itálie      |       | 1169 | 256,6 | Porto          | Portugalsko |
|       | 1034 | 290,1 | Talin          | SSSR        |       | 1169 | 256,6 | Thesaloniké    | Řecko       |
|       |      |       |                |             |       | 1169 | 256,6 | Jeruzalem      | Izrael      |
| 058   | 1043 | 287,6 | Thesaloniké    | Řecko       | 073   | 1178 | 254,7 | Hörby          | Švédsko     |
|       | 1043 | 287,6 | Sebaa-Aioun    | Maroko      |       | 1178 | 254,7 | Cuenca         | Španělsko   |
|       | 1043 | 287,6 | Dresden        | NDR         | 074   | 1187 | 252,8 | Szolnok        | Maďarsko    |
|       | 1043 | 287,6 | Rabat II       | Maroko      |       | 1187 | 252,8 | Casablanca     | Maroko      |
| 059   | 1052 | 285,5 | Tripolis       | Tunis       |       | 1187 | 252,8 | Espanol        | Španělsko   |
|       | 1052 | 285,5 | Start Point    | Anglie      | 075   | 1196 | 250,8 | Berlin I       | NDR         |
|       | 1052 | 285,5 | DDR I          | NDR         | 076   | 1205 | 249,0 | Haifa          | Izrael      |
| 060   | 1061 | 282,8 | Nirte I        | Portugalsko |       | 1205 | 249,0 | Krakow         | Polsko      |
|       | 1061 | 282,8 | Kalundborg     | Dánsko      |       | 1205 | 249,0 | Bordeaux I     | Francie     |
|       | 1061 | 282,8 | Cagliari       | Itálie      | 077   | 1214 | 247,1 | Royaume-Uni    | Anglie      |
|       | 1061 | 282,8 | Ankara         | Turecko     |       | 1214 | 247,1 | Kursk          | SSSR        |
| 061   | 1070 | 280,4 | Paris II       | Francie     |       | 1214 | 247,1 | Talin          | SSSR        |
|       | 1070 | 280,4 | Dněpropetrovsk | SSSR        |       | 1214 | 247,1 | Malta          | Malta       |
| 062   | 1079 | 278,1 | Katowice       | Polsko      | 078   | 1223 | 245,3 | Madrid         | Španělsko   |
|       | 1079 | 278,1 | Bremen         | NSR         |       | 1223 | 245,3 | Falun          | Švédsko     |
|       | 1079 | 278,1 | Plauen         | NDR         |       | 1223 | 245,3 | Stara Zagora   | Jugoslávie  |
| 063   | 1088 | 275,7 | Droitwich      | Anglie      | 079   | 1232 | 243,5 | Košice         | ČSSR        |
|       | 1088 | 275,7 | Tirana         | Albánie     |       | 1232 | 243,5 | Tanger         | Maroko      |
| 064   | 1097 | 273,5 | Bratislava     | ČSSR        | 080   | 1241 | 241,7 | France         | Francie     |
| 065   | 1106 | 271,2 | Vilnius        | SSSR        |       | 1241 | 241,7 | Vaasa          | Švédsko     |
| 066   | 1115 | 269,1 | Bari II        | Itálie      | 081   | 1250 | 240,0 | Balatonszabad  | Maďarsko    |
|       | 1115 | 269,1 | Vesterálen     | Norsko      |       | 1250 | 240,0 | Dublin         | Irsko       |
|       | 1115 | 269,1 | Kalíngrad      | SSSR        |       | 1250 | 240,0 | Bilbao         | Španělsko   |
|       | 1115 | 269,1 | Tanger II      | Tanger      |       |      |       |                |             |

| Kanál | kHz  | m     | Vysílač       | Země        | Kanál | kHz  | m     | Vysílač                    | Země        |
|-------|------|-------|---------------|-------------|-------|------|-------|----------------------------|-------------|
| 082   | 1259 | 238,1 | Wroclaw       | Polsko      | 100   | 1421 | 211,1 | Saarbrücken                | NSR         |
|       | 1259 | 238,1 | Valencia      | Španělsko   |       | 1421 | 211,1 | Riga                       | SSSR        |
| 083   | 1268 | 236,6 | Novi Sad      | Jugoslávie  |       | 1421 | 211,1 | Algere III                 | Alžír       |
|       | 1268 | 236,6 | Valladolid    | Španělsko   |       | 1421 | 211,1 | Tampere                    | Finsko      |
| 084   | 1277 | 234,9 | Strasbourg    | Francie     | 101   | 1430 | 209,8 | Skiive II                  | Dánsko      |
|       | 1277 | 234,9 | Alexandria    | Egypt       |       | 1430 | 209,8 | Bucuresti                  | Rumunsko    |
| 085   | 1286 | 233,3 | Praha         | ČSSR        |       | 1430 | 209,8 | Malta                      | Malta       |
|       | 1286 | 233,3 | Lisboa        | Portugalsko |       | 1430 | 209,8 | Berlin                     | NDR         |
|       | 1286 | 233,3 | Tel-Aviv      | Izrael      | 102   | 1439 | 208,4 | Luxembourg II              | Lucembursko |
| 086   | 1295 | 231,7 | Crowborough   | Anglie      |       | 1439 | 208,4 | Gaspic                     | Španělsko   |
| 087   | 1304 | 230,0 | Szczecin      | Polsko      |       | 1439 | 208,4 | Nicosia                    | Kypr        |
|       | 1304 | 230,0 | Oran          | Alžír       | 103   | 1448 | 207,2 | Italy                      | Itálie      |
|       | 1304 | 230,0 | San Sebastián | Španělsko   |       | 1448 | 207,2 | Sverige                    | Švédsko     |
| 088   | 1313 | 228,4 | Stavanger     | Norsko      |       | 1448 | 207,2 | Coimbra                    | Portugalsko |
|       | 1313 | 228,4 | Athénai       | Řecko       | 104   | 1457 | 205,9 | Royaume Uni                | Anglie      |
|       | 1313 | 228,4 | Constanca     | Rumunsko    |       | 1457 | 205,9 | Craiova                    | Rumunsko    |
|       | 1313 | 228,4 | Alicante      | Španělsko   | 105   | 1466 | 204,6 | Monte Carlo                | Monako      |
| 089   | 1322 | 226,9 | Moskva        | SSSR        |       | 1466 | 204,6 | Norway                     | Norsko      |
|       | 1322 | 226,9 | Leipzig       | NDR         | 106   | 1475 | 203,4 | Wien I                     | Rakousko    |
| 090   | 1331 | 225,4 | Italy         | Itálie      | 107   | 1484 | 202,1 | Mezinárodní společný kanál |             |
|       | 1331 | 225,4 | Tallin        | SSSR        | 108   | 1493 | 200,9 | France                     | Francie     |
| 091   | 1340 | 223,9 | Crowborough   | Anglie      |       | 1493 | 200,9 | Gomel                      | SSSR        |
|       | 1340 | 223,9 | Ungarn        | Maďarsko    |       | 1493 | 200,9 | Rodos                      | Řecko       |
| 092   | 1349 | 222,4 | France        | Francie     | 109   | 1502 | 199,7 | Warszawa                   | Polsko      |
|       | 1349 | 222,4 | Győr          | Maďarsko    |       | 1502 | 199,7 | Münster                    | NSR         |
| 093   | 1358 | 220,9 | Tirana        | Albánie     |       | 1502 | 199,7 | Barcelona                  | Španělsko   |
|       | 1358 | 220,9 | Bremen        | NSR         | 110   | 1511 | 198,5 | Bruxelles III              | Belgie      |
|       | 1358 | 220,9 | Berlin        | NDR         |       | 1511 | 198,5 | Island                     | Island      |
| 094   | 1367 | 219,5 | Bydgoszcz     | Polsko      |       | 1511 | 198,5 | Berlin                     | NDR         |
|       | 1367 | 219,5 | Italy         | Itálie      | 111   | 1520 | 197,4 | Československo             | ČSSR        |
|       | 1367 | 219,5 | Basel         | Švýcarsko   | 112   | 1529 | 196,0 | Radio Vaticano             | Vatikán     |
|       | 1367 | 219,5 | Porto         | Portugalsko | 113   | 1538 | 195,1 | SWF                        | NSR         |
| 095   | 1376 | 218,0 | Lille I       | Francie     | 114   | 1546 | 194,0 | Royaume Uni                | Anglie      |
|       | 1376 | 218,0 | Cordoba       | Španělsko   |       | 1546 | 194,0 | Vinnica                    | SSSR        |
| 096   | 1385 | 216,6 | Kaunas        | SSSR        | 115   | 1554 | 193,0 | Nice                       | Francie     |
|       | 1385 | 216,6 | Athénai II    | Řecko       | 116   | 1562 | 192,0 | Sverige                    | Švédsko     |
|       | 1385 | 216,6 | Granada       | Španělsko   |       | 1562 | 192,0 | Suisse                     | Švýcarsko   |
| 097   | 1394 | 215,2 | Graz I        | Rakousko    | 117   | 1570 | 191,1 | N-WDR                      | NSR         |
|       | 1394 | 215,2 | Sverige       | Švédsko     |       | 1570 | 191,1 | DDR I                      | NDR         |
|       | 1394 | 215,2 | Tripolis      | Lybie       | 118   | 1578 | 190,2 | Frederikstad               | Norsko      |
| 098   | 1403 | 213,3 | Komotiné      | Řecko       |       | 1578 | 190,2 | Italy                      | Itálie      |
|       | 1403 | 213,3 | France        | Francie     |       | 1578 | 190,2 | Porto                      | Portugalsko |
|       | 1403 | 213,3 | Tartu         | SSSR        | 119   | 1586 | 189,2 | N-WDR                      | NSR         |
| 099   | 1412 | 212,5 | Maribor       | Jugoslávie  | 120   | 1594 | 188,2 | Mezinárodní společný kanál |             |
|       | 1412 | 212,5 | Helsinki      | Finsko      | 121   | 1602 | 187,3 | Bayerische Rf.             | NSR         |
|       | 1412 | 212,5 | Island        | Island      |       |      |       |                            |             |
|       | 1412 | 212,5 | SDR           | NSR         |       |      |       |                            |             |



Přehled silnějších vysílačů v rozhlasovém pásmu 49 m

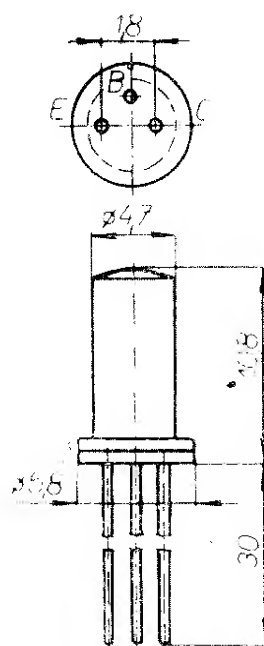
| kHz   | m     | Vysílač        | Země        | kHz   | m     | Vysílač        | Země        |
|-------|-------|----------------|-------------|-------|-------|----------------|-------------|
| 5 930 | 50,59 | Praha          | ČSSR        | 6 070 | 49,42 | BBC London     | Anglie      |
| 5 940 | 50,51 | Sofia          | Bulharsko   |       |       | R. Sofia       | Bulharsko   |
| 5 950 | 50,42 | Warszawa       | Polsko      |       |       | Kijev          | SSSR        |
|       |       | Moskva         | SSSR        | 6 075 | 49,38 | Deutsche Welle | NSR         |
| 5 955 | 50,39 | Allouis        | Francie     |       |       | Volgograd      | SSSR        |
|       |       | Deutsche Welle | NSR         | 6 080 | 49,34 | Schwarzenburg  | Švýcarsko   |
| 5 960 | 50,34 | Deutsche Welle | NSR         |       |       | Moskva         | SSSR        |
|       |       | Vladivostok    | SSSR        | 6 085 | 49,30 | R. Nederland   | Nizozemí    |
|       |       | Roma           | Itálie      |       |       | Kijev          | SSSR        |
|       |       | World Radio    | Monako      | 6 090 | 49,26 | R. Luxembourg  | Lucembursko |
| 5 965 | 50,29 | BBC London     | Anglie      |       |       | Chabarovsk     | SSSR        |
|       |       | Vladivostok    | SSSR        |       |       | Simferopol     | SSSR        |
| 5 970 | 50,25 | Hörby          | Švédsko     | 6 095 | 49,22 | Thessaloniki   | Řecko       |
|       |       | Taškent        | SSSR        |       |       | Hörby          | Švédsko     |
|       |       | Moskva         | SSSR        | 6 100 | 49,18 | Deutsche Welle | NSR         |
| 5 975 | 50,21 | BBC London     | Anglie      |       |       | R. Belgrad     | Jugoslávie  |
|       |       | R. Nacional    | Portugalsko |       |       | Kursk          | SSSR        |
| 5 980 | 50,17 | Deutsche Welle | NSR         | 6 110 | 49,10 | BBC London     | Anglie      |
|       |       | R. Nederland   | Nizozemí    | 6 115 | 49,06 | Berlin         | NSR         |
|       |       | Tbilisi        | SSSR        |       |       | Chabarovsk     | SSSR        |
| 5 985 | 50,13 | R. Nederland   | Nizozemí    | 6 120 | 49,02 | Pori           | Finsko      |
|       |       | Roma           | Itálie      |       |       | Deutsche Welle | NSR         |
|       |       | Vatican Radio  | Vatikán     |       |       | BBC London     | Anglie      |
| 5 990 | 50,08 | BBC London     | Anglie      |       |       | Schwarzenburg  | Švýcarsko   |
|       |       | Roma           | Itálie      | 6 125 | 48,98 | BBC London     | Anglie      |
|       |       | R. Bucuresti   | Rumunsko    |       |       | Kaunas         | SSSR        |
|       |       | Hörby          | Švédsko     | 6 130 | 48,94 | R. Norway      | Norsko      |
| 5 995 | 50,04 | R. Andorra     | Andorra     |       |       | R. Nacional    | Portugalsko |
|       |       | Tripoli        | Libya       | 6 135 | 48,90 | Praha          | ČSSR        |
| 6 000 | 50,00 | Aldrans        | Rakousko    |       |       | Warszawa       | Polsko      |
|       |       | Kijev          | SSSR        | 6 140 | 48,86 | R. Budapest    | Maďarsko    |
| 6 005 | 49,96 | Berlin         | NSR         |       |       | R. Nacional    | Portugalsko |
|       |       | R. Nederland   | Nizozemí    | 6 145 | 48,82 | Allouis        | Francie     |
|       |       | Warszawa       | Polsko      |       |       | Deutsche Welle | NSR         |
|       |       | Blagověščensk  | SSSR        |       |       | Moskva         | SSSR        |
| 6 010 | 49,92 | BBC London     | Anglie      | 6 150 | 48,78 | BBC London     | Anglie      |
|       |       | Roma           | Itálie      |       |       | R. Bucuresti   | Rumunsko    |
|       |       | Moskva         | SSSR        | 6 155 | 48,74 | Wien           | Rakousko    |
| 6 015 | 49,88 | Deutsche Welle | NSR         | 6 165 | 48,66 | BBC London     | Anglie      |
| 6 020 | 49,83 | Chabarovsk     | SSSR        |       |       | Schwarzenburg  | Švýcarsko   |
|       |       | Moskva         | SSSR        |       |       | Kijev          | SSSR        |
|       |       | Kijev          | SSSR        | 6 170 | 48,62 | BBC London     | Anglie      |
| 6 025 | 49,79 | R. Nederland   | Nizozemí    | 6 175 | 48,58 | Allouis        | Francie     |
|       |       | R. Nacional    | Portugalsko |       |       | Deutsche Welle | NSR         |
| 6 035 | 49,71 | BBC London     | Anglie      | 6 180 | 48,54 | Wavre          | Belgie      |
|       |       | R. Nederland   | Nizozemí    |       |       | BBC London     | Anglie      |
|       |       | R. Monte Carlo | Monako      |       |       | Minsk          | SSSR        |
|       |       | Rjazansk       | SSSR        | 6 185 | 48,50 | Deutsche Welle | NSR         |
| 6 050 | 49,59 | Berlin         | NSR         |       |       | R. Norway      | Norsko      |
|       |       | Roma           | Itálie      |       |       | R. Nacional    | Portugalsko |
|       |       | Irkutsk        | SSSR        | 6 190 | 48,47 | Vatican        | Vatikán     |
| 6 055 | 49,55 | Praha          | ČSSR        |       |       | R. Bucuresti   | Rumunsko    |
|       |       | Moskva         | SSSR        | 6 195 | 48,43 | BBC London     | Anglie      |
| 6 065 | 49,46 | Hörby          | Švédsko     | 6 200 | 48,39 | Lvov           | SSSR        |
|       |       | Kazaň          | SSSR        |       |       |                |             |

Přehled silnějších stanic v rozhlasovém pásmu 41 m

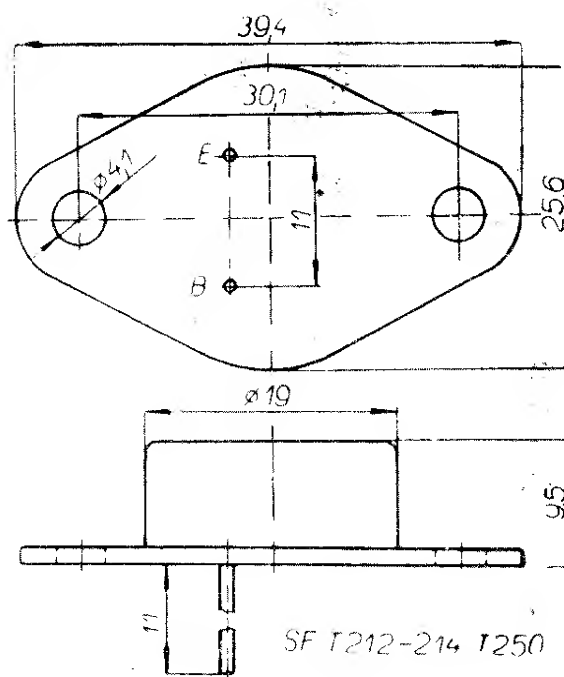
| kHz   | m     | Vysílač                                       | Země                                  | kHz   | m     | Vysílač   | Země                              |
|-------|-------|---|---------------------------------------|-------|-------|---|-----------------------------------|
| 7 100 | 42,25 | Kaunas<br>Istanbul                            | SSSR<br>Turecko                       |       |       | Schwarzenburg<br>Moskva   | Švýcarsko<br>SSSR                 |
| 7 105 | 42,22 | R. Budapest<br>R. Nacional                    | Maďarsko<br>Španělsko                 | 7 215 | 41,58 | Allouis<br>R. Roma<br>Cairo                                     | Francie<br>Itálie<br>Egypt        |
| 7 110 | 42,19 | BBC London<br>R. Nederland<br>Jerevan<br>Omsk | Anglie<br>Nizozemí<br>SSSR<br>SSSR    | 7 220 | 41,55 | BBC London<br>Deutsche Welle<br>R. Budapest                     | Anglie<br>NSR<br>Maďarsko         |
| 7 115 | 42,16 | Praha<br>Baku                                 | ČSSR<br>SSSR                          | 7 225 | 41,52 | R. Nacional<br>R. Bucuresti                                     | Portugalsko<br>Rumunsko           |
| 7 120 | 42,13 | BBC London<br>R. Budapest<br>Tula             | Anglie<br>Maďarsko<br>SSSR            | 7 230 | 41,49 | BBC London<br>Lvov  | Anglie<br>SSSR                    |
| 7 125 | 42,11 | Deutsche Welle<br>Warszawa<br>Jerevan         | NSR<br>Polsko<br>SSSR                 | 7 235 | 41,47 | R. Roma   | Itálie                            |
| 7 130 | 42,08 | BBC London<br>R. Nacional<br>Minsk<br>Jerevan | Anglie<br>Portugalsko<br>SSSR<br>SSSR | 7 240 | 41,44 | BBC London<br>Allouis<br>R. Norway                              | Anglie<br>Francie<br>Norsko       |
| 7 135 | 42,05 | BBC London<br>R. Monte Carlo                  | Anglie<br>Monako                      | 7 245 | 41,41 | Wien  | Rakousko                          |
| 7 140 | 42,02 | BBC London<br>Athánai                         | Anglie<br>Řecko                       | 7 250 | 41,38 | Vatican Radio<br>Dacca  | Vatikán<br>Pákistán               |
| 7 145 | 41,99 | Warszawa                                      | Polsko                                | 7 255 | 41,35 | R. Sofia<br>BBC London  | Bulharsko<br>Anglie               |
| 7 150 | 41,96 | Deutsche Welle<br>BBC London                  | NSR<br>Anglie                         | 7 260 | 41,32 | BBC London<br>Trans World<br>Radio                              | Anglie<br>Monako                  |
| 7 155 | 41,92 | BBC London                                    | Anglie                                | 7 265 | 41,29 | R. Tirana<br>Rjazansk<br>Cairo                                  | Albánie<br>SSSR<br>Egypt          |
| 7 160 | 41,90 | Allouis<br>Lvov                               | Francie<br>SSSR                       | 7 270 | 41,27 | Warszawa<br>Hörby<br>Jerevan                                    | Polsko<br>Švédsko<br>SSSR         |
| 7 165 | 41,87 | R. Nederland                                  | Nizozemí                              | 7 275 | 41,24 | Deutsche Welle<br>R. Roma                                       | NSR<br>Itálie                     |
| 7 170 | 41,84 | Taškent                                       | SSSR                                  | 7 280 | 41,21 | Allouis<br>Deutsche Welle<br>BBC London<br>Moskva               | Francie<br>NSR<br>Anglie<br>SSSR  |
| 7 175 | 41,81 | Deutsche Welle                                | NSR                                   | 7 285 | 41,18 | Praha<br>Warszawa   | ČSSR<br>Polsko                    |
| 7 180 | 41,78 | Rjazansk<br>Baghdád                           | SSSR<br>Irák                          | 7 290 | 41,15 | Deutsche Welle<br>Thesaloniké<br>Trans World<br>Radio<br>Moskva | NSR<br>Řecko<br>Monako<br>SSSR    |
| 7 185 | 41,75 | BBC London<br>Jerevan                         | Anglie<br>SSSR                        | 7 295 | 41,12 | Athénai<br>Thesaloniké<br>Novosibirsk<br>Vatican Radio          | Řecko<br>Řecko<br>SSSR<br>Vatikán |
| 7 195 | 41,70 | R. Bucuresti<br>Tula                          | Rumunsko<br>SSSR                      | 7 300 | 41,09 | Berlin<br>Petrozavodsk  | NSR<br>SSSR                       |
| 7 200 | 41,67 | BBC London<br>Jerevan<br>Moskva<br>R. Belgrad | Anglie<br>SSSR<br>SSSR<br>Jugoslávie  |       |       |   |                                   |
| 7 205 | 41,64 | Deutsche Welle<br>Moskva                      | NSR<br>SSSR                           |       |       |   |                                   |
| 7 210 | 41,61 | BBC London<br>R. Nederland<br>Tromsö          | Anglie<br>Nizozemí<br>Norsko          |       |       |   |                                   |

# Zvláštní nabídka tranzistorů z výroby BLR za výhodné ceny

| Typ      | Cena  | $U_{CB \max}$<br>[V] | $I_{C \max}$<br>[mA] | $P_{C \max}$<br>[mW] | $f_a$<br>[MHz] | $h_{21e}$ |          |
|----------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|-----------|----------|
| SF.T 306 | 13,—  | —18                  | —100                 | 150                  | 3              | 28        | p-n-p Ge |
| SF.T 307 | 14,—  | —18                  | —100                 | 150                  | 7              | 40        | p-n-p Ge |
| SF.T 308 | 17,—  | —18                  | —100                 | 150                  | 13             | 70        | p-n-p Ge |
| SF.T 317 | 12,50 | —20                  | —10                  | 150                  | 40             | 100       | p-n-p Ge |
| SF.T 319 | 12,50 | —20                  | —10                  | 150                  | 30             | 100       | p-n-p Ge |
| SF.T 321 | 9,—   | —24                  | —250                 | 200                  | 1,3            | 30        | p-n-p Ge |
| SF.T 322 | 11,—  | —24                  | —250                 | 200                  | 1,6            | 50        | p-n-p Ge |
| SF.T 323 | 13,—  | —24                  | —250                 | 200                  | 2              | 85        | p-n-p Ge |
| SF.T 351 | 7,50  | —24                  | —150                 | 200                  | 1,2            | 30        | p-n-p Ge |
| SF.T 352 | 8,0   | —24                  | —150                 | 200                  | 1,6            | 57        | p-n-p Ge |
| SF.T 353 | 10,—  | —24                  | —150                 | 200                  | 2              | 92        | p-n-p Ge |
| SF.T 212 | 31,—  | —30                  | —3000                | 30 W                 | 0,2            | 40        | p-n-p Ge |
| SF.T 213 | 33,—  | —40                  | —3000                | 45 W                 | 0,2            | 40        | p-n-p Ge |
| SF.T 214 | 40,—  | —60                  | —3000                | 45 W                 | 0,2            | 40        | p-n-p Ge |
| T 250    | 54,—  | —80                  | —3000                | 45 W                 | 0,2            | 40        | p-n-p Ge |



SF.T 306-353



SF.T 212-214 T 250

## RADIOAMATÉR

domácí potřeby Praha, prodejna č. 211 01  
v PRAZE 1, ŽITNÁ 7, telefon č. 228631